MEJORAS
DE LAS
VÍAS PÚBLICAS
DE LA
CIUDAD DE BUENOS AIRES

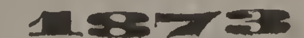
PUBLICACION OFICIAL



BUENOS AIRES

Imprenta del 'Mercurio" calle de Potosí número 291

1873



Al Sr. Ministro de Gobierno de la Provincia
de Buenos Aires.

Cumpliendo con las instrucciones de viaje de fecha 15 Diciembre de 1869, tengo el honor de remitir á V. S. la memoria adjunta que resume algunos de los estudios que he hecho á espensas del Gobierno de la Provincia.

Por el paquete "Boyne" mandé á V. S. por intermedio del Sr. A. Moore, representante del Ingeniero J. F. Bateman, una copia impresa de los planos del puerto y docks de Widnes en que he estado practicando los tres últimos meses.

Aprovecho esta oportunidad para saludar al Sr. Ministro con toda mi consideracion y aprecio.

VALENTIN BALBIN.

Londres, 25 de Noviembre de 1872.

Southwick Crescent, Hyde Park. S. W.

Enero 27 de 1873.

Publíquese.

ALCORTA.

MEJORAS

De las vías públicas de la ciudad de Buenos Buenos Aires.

Es harto necesario adoptar en la ciudad de Buenos Aires un buen sistema de afirmado en sustitucion del empedrado que actualmente existe; porque, como todos saben, es casi imposible y muy poco económico el hacer la mejora del mismo. Por esto, vamos á hacer en este escrito que resume algunos de nuestros estudios, un exámen detenido de los firmes usados en las ciudades europeas, para decidirnos por la adopcion del mas conveniente para la ciudad de Buenos Aires.

I

Empedrados de cantos rodados.

Este sistema pertenece á la misma clase que el usado actualmente en la ciudad. Su construccion se ejecuta de diferentes modos. En las ciudades de España, por ejemplo, en Córdoba y Madrid, se abre primero la calzada y despues de haberla comprimido con pisones ó cilin

dros, se tienden los cantos por capas de igual espesor, colocando los materiales mas gruesos en la parte inferior y cimentando el todo con arena gruesa y cantos machacados. En Rio Janeiro y en algunas ciudades de Portugal, por ejemplo, en Lisboa y Oporto, se sigue un sistema muy poco racional:—las capas de cantos se tienden sin preparacion la fundacion [*statumen*], y mojando el firme repetidas veces para que se asienten los materiales se entrega al tránsito público despues de haber cubierto la superficie de desgaste [*summa crusta*] con una capa de arena fina. Por fin, en Bahia, el empedrado se construye lo mismo que en Madrid con la diferencia de que la cimentacion de los materiales se hace con una mezcla de arena gruesa y cal ó piedra calcárea en la proporcion de tres á uno, que se tiende entre las capas de cantos, comprimiéndola perfectamente hasta introducirla en los intersticios de estas.

El empedrado de cantos, cualquiera que sea el sistema de construccion que se aplique, es un afirmado muy malo, y en la opinion de todos los Injenieros, es el peor de todos los sistemas. Su principal inconveniente consiste en que siendo hecho el firme de cantos, esto es, de piedras poliédricas, mas ó menos redondas, las ruedas de los vehículos marchan á saltos, en vez de rodar uniformemente, orijinando sacudidas que no solo incomodan á los pasajeros sino que tambien cansan las caballerías y las echan á perder á poco tiempo. En Madrid donde este sistema se ha usado desde hace siglos, los Injenieros han hecho constar con gran cópia de datos que causan tantos deterioros á los vehículos que su entrenimiento es casi diez veces mayor que en los afirmados de piedra machacada á la macadam, y que la velocidad que pierden los carruajes por los choques repetidos que sufren en su marcha es mucho mayor que en los caminos de tierra seca bien entretenidos [Revista de Obras Públicas.] Además el sistema tiene la desventaja de ser muy incómodo á los

peatones, muy difícil de entretener en las calles concurridas y poco saludables en las localidades pobladas por la dificultad con que se limpia y por la gran cantidad de polvo, lodo y humedad á que da lugar en cualquiera estacion. Segun los Injenieros Vidasola y J. Castro, el entretenimiento de estos firmes importaba en Madrid hace cuatro años, veinte [20] por ciento mas que el del macadam inglés, en igualdad de condiciones; y su duracion no escedia de ocho años en las calles concurridas, por ejemplo, las del Peligro y Alcalá, transitadas por mil á mil y quinientos vehículos por dia, aunque su construccion, reparacion y entretenimiento habian sido muy esmerados. El Injeniero Saavedra, aconsejando á la Municipalidad de Madrid en 1862 el sistema de afirmado que debia adoptarse en la Villa, decia, comparando el empedrado de cantos con el adoquinado granítico, que el prolijo entretenimiento y contínuas reparaciones que necesitaba para mantenerse en buen estado lo hacian despues de cinco años de uso mucho mas caro que el adoquinado en las calles de mucho tránsito público, por ejemplo, las recorridas por ochocientos á mil vehículos por dia. (Véase—Saavedra—Afirmados para Madrid.)

Por lo dicho, los empedrados de cantos se han abandonado ya en las grandes ciudades, y solo se usan actualmente en una que otra por la economía de su costo primero, construyéndolos con carriles longitudinales para disminuir el esfuerzo de traccion y evitar en parte la formacion de hondas rodadas.

En Buenos Aires este sistema de empedrados no sirve, como es sabido, para el afirmado de las calles; pero creemos que podria suplir al macadam inglés en las calzadas de los caminos situados en las cercanías de la ciudad, si se tiene cuidado de usar guijarros ó cascajos puramente silicios ó piedras graníticas, como las de Martin Garcia, pero no de dimensiones tan grandes como las que se usan

en el actual empedrado, y de cimentar el firme con detritus calcáreos ó conchillas de rio. Al emitir esta opinion nos fundamos en el modo de construir calzadas usado en la Polonia Rusa [Véase—Vallés—Chaussées empierriées,] y tambien en el buen éxito que ha tenido el camino de Palermo, en Buenos Aires, el cual, apesar de no haber sido reparado ni entretenido durante muchos años, se mantuvo hasta hace poco en buen estado, resistiendo, no solo á la accion desgastadora de un gran número de caballerías, sinó tambien á la de pesadísimas cargas.

II

Enmaderados.

Muchísimos sistemas de enmaderados se han construido en Europa y Norte América en los treinta años pasados, pero como ya se han desechado la mayor parte para el afirmado de ciudades populosas, nos limitaremos á tratar solamente de dos, á saber: del sistema Stow y del sistema americano por ser los que han tenido mejor éxito y por estarse ensayando actualmente en París y Lóndres.

El sistema Stow, denominado en Inglaterra adoquinado de madera, consiste, como lo muestra la fig. 3, de la lám. 1, en una fundacion simple hecha de una tonga de ganga ú hormigon de seis á ocho pulgadas de espesor perfectamente cimentada, en la cual se asientan adoquines, ó mas bien tarugos de madera resistente, sujetándolos lateteralmente con trabillas de madera aprensada para obviar el inconveniente de las vibraciones cuando sucede el paso de los vehículos. Las juntas tienen igual superficie de desgaste [summa crusta] que los tarugos, esto es, seis por cuatro pulgadas; y se toman con betun asfáltico muy bien

comprimido para cimentar el firme y prevenir el resbalamiento de las caballerías. La forma que se dió primeramente á los tarugos fué la prismática cuadrangular, pero actualmente se prefiere la paralelipípeda rectangular, cuyas dimensiones mas convenientes, dicen que son, seis pulgadas de largo, cuatro de ancho y diez á doce de cola ó altura.

El sistema americano se ha construido de varios modos en las ciudades europeas.

El mejor de todos, segun dice el señor Haywood, Ingeniero primero del "Board of Paving", es el establecido en las calles llamadas Bartholomew y King Williams, en Lóndres. Consiste, como lo muestran las figuras 1 y 2 de la Lámina 1, en una fundacion plana que sirve de lecho al enmaderado, hecha de materiales impermeables y resistentes, como detritus graníticos, cascajo, etc. El espesor de la fundacion es variable, porque depende de la clase de terreno, de la naturaleza del tránsito público etc. pero generalmente es de seis pulgadas. El enmaderado, propiamente dicho, ó sea el firme, se construye colocando sobre la fundacion descripta, hileras de durmientes de 6 por 9 pulgadas de seccion, y distantes el uno del otro de 25 á 30 pulgadas. Los durmientes se disponen transversalmente al eje del camino, y sobre ellos se coloca un pavimento de tablas de 2 por 6 de seccion transversal y unidas á diente simple ó mortaja. La superficie de desgaste la forma un piso de tablas colocada sobre el anterior, hecho de madera aprensada é inyectada con creosota. Las juntas se hacen á diente y se toman con brea asfáltica derretida.

Idéntico al enmaderado descripto es el que hemos visto ejecutar en Gracechurch y Eastcheap, en Lóndres, el cual va á establecerse en algunos barrios de la City por órden del Board of Paving, con el objeto de averiguar las ventajas que presenta sobre los otros sistemas de enmaderados.

Los dos enmaderados descriptos, aunque mucho mejores que los de Nicholson, Carnet, Lewiset, no dejan por ello de constituir afirmados malísimos. Segun los datos consignados en el "Builder" y en el "American Railroad Journal", presentan los siguientes inconvenientes:

1° Son muy sensibles á las variaciones higrométricas y termométricas de la atmósfera; y por ello, contrayéndose y dilatándose las diferentes partes del firme, alteran á poco tiempo la superficie de desgaste y la hacen inservible al tránsito de los vehículos y caballerías.

2° Son muy peligrosos en cuanto se refiere á la estabilidad de los edificios, porque dilatándose la madera por efecto de causas atmosféricas, los tarugos maderos etc. ejercen considerable presion en la base de los andenes ó veredas (Véase—J. M. Castro—Empedrados de Madrid.)

3° Las reparaciones son costosísimas, porque para hacerlas bien es necesario remover una ó varias fajas transversales de la calzada.

4° El entretenimiento es difícil y muy caro, principalmente en la estacion húmeda ó lluviosa.

5° Son tan insonoros que en casi todos los casos es imposible percibir el ruido de los vehículos y caballerías.

6° Son muy resbaladizos en cualquier estacion.

7° Dificultan la colocacion de cañerías é impiden casi por completo el descubrir escapes de gas y agua.

8° Su combustibilidad es un peligro contínuo en las ciudades comerciales.

9° La duracion nunca ha escedido de diez años en todas las ciudades.

Las esperiencias hechas en Norte-América y las que se hacen actualmente en Lóndres comprueban lo espuesto y hacen constar que las ventajas que dresentan los enmaderados, á saber: la suavidad del movimiento, la facilidad de poderse limpiar con poca agua y la falta de polvo

y lodo, no compensan en manera alguna los inconvenientes de que adolecen para el afirmado de las calles de ciudades.

Por las razones dichas creemos que los enmaderados no sirven para afirmar á Buenos Aires, y ademas por estas otras especiales á nuestra ciudad:

1° En las calles estrechas, que, como se sabe, son poco ventiladas, la madera dará lugar á emanaciones pestilenciales, porque está probado que las inmundicias orgánicas se guarecen en los adoquines, aunque se barran ó limpien esmeradamente. [Véase--Angell--Lectures on Health.]

2° El coste de los enmaderados es tan caro como el del adoquinado granítico, porque, segun los cálculos que hemos hecho, la vara cuadrada de enmaderado hecho con *quebracho*, costaria en Buenos Aires ciento treinta y cinco pesos moneda corriente (135 pesos) y la del adoquinado ciento y cuarenta pesos moneda corriente (140 pesos) como demostraremos tratando del coste de los afirmados en el inciso 2° del párrafo X.

3° Las reparaciones y composturas requieren carpinteros hábiles que seria muy difícil encontrar en Buenos Aires.

III

Firmes de goma.

Los ingenieros ingleses han inventado los firmes de esta clase, y los han aplicado en Lóndres para el afirmado de las calles siguiendo diferentes sistemas de construccion, tales como los de Smith, G. Roach y E. Hickson. El mejor de todos, por lo que dice el Ingeniero Gillespie en el "American Railroad Journal" es el sistema del ingeniero Smith que se usó hace algunos años en los patios del almi-

rantázgo inglés. Su construccion consiste en preparar bien el terreno que le sirve de lecho de modo que sea plano y sólido, y luego tender una capa de una mezcla derretida compuesta de goma elástica (cauotchouc) y de materias cilicias, como arena gruesa, grava menuda y cascajo picado, la cual se comprime bien con rodillos de mano. La proporcion en que entran los materiales en la mezcla varía, segun el caso, pero, en general, se ha empleado la siguiente:

4 partes cúbicas de goma elástica.
2 idem de arena gruesa.
3 idem de grava menuda.

La mezcla se derrite en grandes calderas que tienen un mecanismo automático que revuelve las materias, mezclándolas perfectamente. Una caldera puede derretir dos metros cúbicos de mezcla en una hora, usando de los hogares punívoros que se emplean en la fabricacion del gas de alumbrado; pero la cantidad que se derrite generalmente no pasa de un metro cúbico por la dificultad de hacer bien la manipulacion.

En casi todos los casos bastan tres capas bien comprimidas para formar un buen firme de goma, si se hace la fundacion impermeable y á la Telford, y se dá á la calzada un bombeo no mayor que una quincuajésima parte del ancho del camino.

Los firmes de goma que se han ensayado en las calles de Lóndres, no han tenido buen éxito por las siguientes razones:

1ª El entretenimiento del firme es muy caro, porque el desgaste en las calles concurridas varía de cuatro á seis milímetros por año.

2ª Las baches, hoyos, depresiones etc. no pueden repararse porque la mezcla derretida no hace trabazon con el firme, y por esto los firmes de goma no pueden usarse

en las calles en qne se tenga que abrir la calzada para colocar cañerías de gas y agua.

3ª Los ajentes atmosféricos dificultan el tránsito y á veces lo impiden (Vêase —Report on the caoutchouc pavement.)

4ª No se pueden ejecutar en cualquier estacion, porque la humedad y otras causas atmosféricas impiden que la mezcla trabe con el mullido de la fundacion.

5ª La mezcla da lugar á olores desagradables mientras se enfria en la calzada.

6ª Son muy resbaladizos en cualquiera estacion.

7° Segun los datos que tenemos de la Compañia Americana "Caoutchouc Pavement" el afirmado de goma costaria en Buenos Aires ciento y cincuenta pesos moneda corriente [150 pesos] por yarda cuadrada, esto es, cerca de 7 por ciento [7 p. %] mas que la yarda de adoquinado granítico, como veremos en el párrafo.....

Por las razones espuestas, los firmes de goma no son convenientes para el afirmado de ciudades; y solo pueden usarse con buen éxito en las calzadas ó pisos que tienen que resistir á cargas poco pesadas, como las de patios, pasadizos, corredores etc. por presentar las ventajas siguientes:—

1ª No producen ruido.

2ª Son muy cómodas á los peatones.

3ª No dan lugar á polvo y lodo.

4ª Se pueden limpiar fácil y económicamente.

Por esto, y además fundados en el buen éxito de las calzadas del Almirantazgo, creemos que los firmes de goma podrian usarse en Buenos Aires en la construccion de los pisos de las caballerizas en vez del enmaderado que actualmente se usa, el cual, como es sabido, es muy poco higiénico y económico.

Actualmente va á ensayarse en Lóndres un nuevo sistema de firmes de goma, que consiste en usar de una

mezcla de goma, asfalto, arena y resina, tendida sobre un mullido de piedra picada á la macadam. Como todavía no se ha ejecutado no podemos decir cuales sean las ventajas de este firme, pero creemos que no tendrá buen éxito fundados en que las esperiencias que se hicieron hace algunos años con firmes de asfalto y goma no tuvieron muy buen resultado.

IV.

Firmes de ganga cálcica.

En algunas ciudades europeas se han afirmado las calles con gangas ó morteros cálcicos ó hidráulicos. Las que han tenido mejor éxito son las de los ingenieros Polonceau, Richard y Wiebe.

El firme Polonceau se ha construido en Inglaterra siguiendo diferentes sistemas. El mejor de todos, en la opinion del señor A. Hope, Ingeniero Civil, es el que se usó en Lyons no hace mucho. Consiste en construir la calzada con una mezcla de piedras duras y blandas en proporciones de un tercio á un sesto, á la cual se agrega un décimo á un quinceavo de cal hidráulica y arena fina, segun el caso y naturaleza de los materiales mezclados. (Véase – Annales des Pouto et Chaussées). El material se cimenta poniéndolo por capas que se comprimen con cilindros ó rodillos, de modo que las piedras se unan perfectamente por sus caras angulosas, acuñándose recíprocamente unas con otras. Las piedras duras deben usarse preferentemente en la capa superior para la superficie de desgaste, y las blandas ó tiernas en las inferiores (*ruderatio y nucleus.*) Esta práctica no se sigue generalmente; pero los Ingenieros afamados la recomiendan, porque en los ensayos que se hicieron en París bajo la direccion de Coulaine se observó

que siendo la superficie de desgaste mas dura que las inferiores, el entretenimiento del firme era fácil y económico (Annales du Genie Civil.)

El firme Richard ó Caudemberg, como lo denominan los Ingenieros franceses, es un firme de mortero arcilloso. Su construccion puede hacerse siguiendo dos sistemas muy usados en la ciudad de Bruselas, á saber: el francés y el inglés. En el primer caso la construccion de la calzada se hace con piedra picada de diferente magnitud, cimentada con una ganga ó mortero compuesto de arena, arcilla dúctil y poca cantidad de cal, como si el todo fuera una mampostería menuda ú hormigon; y en el segundo caso, la calzada se construye tambien con piedra picada, pero la cimentacion se hace con detritus calcáreos desprovistos de materias térreas. En ambos casos la proporcion en que entran los materiales en la composicion del firme es tres partes de piedra picada por una á una y media de ganga. La colocacion de los materiales se hace tendiéndolos por capas de dos á dos y media pulgadas de espesor, que se comprimen con pisones de mano, ó lo que es mejor, con cilindros compresores. En general bastan tres capas para formar una calzada resistente y compacta; sin embargo, algunos Ingenieros han usado hasta cinco.

El tercer firme, debido al Ingeniero aleman Wiebe, consiste en construir la calzada con mortero ú hormigon hidráulico del mismo modo que se construyen fundaciones de docks, muros de sosten etc. La proporcion usada para hacer el mortero es muy variable; por ejemplo, en los afirmados hechos en París en 1863, se hizo uso de la siguiente:

4 partes cúbicas de cal hidráulica.
3 idem de arena fina.
2 idem de grava menuda.
3 idem de cascaje picado; mientras que en las ciuda-

des de Leipsic y Liverpool se usó, con poca diferencia, esta otra:

5 partes cúbicas de cal hidráulica.

2 idem de piedra granítica triturada y muy menuda.

3 idem de arena fina.

2 idem de grava y cascajo.

Cualquiera que sea la composicion del material, la construccion del firme se hace siempre del mismo modo, tendiendo varias capas de mortero sobre un mullido de piedra picada cuyo espesor varía de tres á cuatro pulgadas, segun el caso. Las capas se comprimen á medida que se tienden con pisones de mano, y no con cilindros, como en los firmes Polonceau y Richard; porque la esperiencia ha mostrado que los cilindros no hacen cimentar al firme Wiebe, aunque pesen mas de diez toneladas y se usen para una sola capa treinta á cuarenta veces [Latham—On concrete pavements). El espesor de las capas varía de abajo para arriba, habiéndose deducido de repetidas esperiencias que el mejor firme del sistema Wiebe es el compuesto de cuatro capas: la primera y la segunda de una y media á dos pulgadas de espesor, la tercera de dos y media, y la cuarta de tres. Así se ha construido este firme en Leipsic.

Los firmes que acabamos de describir presentan la ventaja de no dar lugar á polvo y lodo, de poderse limpiar fácilmente y de disminuir notablemente el esfuerzo de traccion; pero no convienen en general para el afirmado de ciudades populosas por estas razones:

1.ª El coste primero es muy crecido, siendo diez por ciento mayor que el adoquinado de granito en Europa, en igualdad de condiciones.

2.ª El entretenimiento de las calzadas Polonceau y Richard es muy caro y difícil, porque la ganga nueva no traba con la vieja que está sólida y seca; y en las calzadas Wiebe es imposible el entretenimiento de los baches,

hoyos, etc., porque la ganga no cimenta á causa de la calidad del mortero, aunque se comprima perfectamente.

3.ª Estos firmes pueden soportar vehículos muy pesados sin que quede huella alguna; pero se ha observado qne los piés de las caballerías agujerean la calzada dando lugar á hoyos, baches, etc.

4.ª No se pueden hacer zanjas, canaletas, etc., para colocar cañerías de gas, agua y otras, porque es imposible componer bien la calzada (Revue des Travaux Publiques.)

5ª Son muy poco elásticos, y por ende, son incómodos á los peatones y caballerías, principalmente cuando la superficie está desgastada.

6ª No se pueden entretener en cualquier estacion.

7ª En el firme Wiebe, mucho mas que en los de Polonceau y Richard, los vehículos se deterioran con suma facilidad á causa de la gran rigidez de la calzada.

Por estas razones, y ademas por la dificultad, y aun, imposibilidad, de obtener buenos morteros á precio barato, en nuestro pais se comprende que no hay conveniencia alguna en usar estos firmes para el afirmado de Buenos Aires.

V.

Macadam inglés.

El macadam inglés ó sea el empedrado de piedra picada, granítica ó sienítica inventado por el Ingeniero Mac Adam, es uno de los sistemas mas usados para afirmar ciudades. Su construccion ha dado orígen á muchísimas discusiones entre los Ingenieros ingleses y franceses; y por ello vamos en seguida á esponer todo cuanto pertenece actualmente al dominio del arte y de la ciencia para decidirnos por la adopcion del mejor sistema.

Empezando por la construccion del mullido, que es la parte mas importante de todo empedrado, manifestaremos que los Ingenieros han aconsejado hacerlo de dos modos diferentes.

Mac Adam, Hope y otros, fundados en que algunas calzadas macadamizadas establecidas en terrenos fangosos y muy blandos habian tenido buen éxito, han aconsejado que el mullido debe ser elástico y hecho de piedras pequeñas como las que se usan en las capa s superiores del macadam (*crusta, nucleus y ruderatio*) Por el contrario, Faylar, Haywood y Pigot Smith, basados en los resultados deducidos de las esperiencias de Kelsey, han opinado que el mullido debe ser hecho de piedras grandes, muy resistentes, ríjido y poco elástico, como los construidos por Telford en los caminos de Holyhead. Ambos sistemas se han ensayado muchísimo, y aunque no se tienen todavia suficientes datos, todos los Ingenieros afamados opinan por el segundo sistema. El señor J. F. Rooth, Ingeniero Civil de Birmingham, que consultamos acerca de este punto nos manifestó que preferia el mullido Telford al mullido Macadam, porque, en su opinion, habia tenido mejor éxito en los afirmados de Birmingham y Lóndres.

Por el señor Sérafon, Ingeniero Municipal en París, sabemos que en dicha ciudad los macadames solo se construye actualmente con mullido Telford; porque la generalidad de los Ingenieros franceses creen que este mullido es mejor que el de Macadam en el afirmado de ciudades. En Buenos Aires, creemos que, en caso de usar el macadam en la ciudad, el mullido Telford es preferible al de macadam por razones de economía, pues no habria necesidad de tanto trabajo personal para partir las piedras, y ademas, algunos de los empedrados existentes, bien barridos y despojados de materias térreas podrian servir para recibir las capas del macadam inglés.

Otro punto sumamente discutido en la construccion del macadam es el tamaño que debe darse á las piedras. Los Ingenieros Telford y Parnell opinan que el mejor tamaño es el de dos y media pulgadas de diámetro (Véase — Parnell—Treatise on Roads]; Penfold dice que es el de dos pulgadas [Leahy on Road]; Edgesworth prefiere el de una y media pulgadas [Véase—Griffith—On Roads]; y finalmente opina Macadam que las piedras deben tener dos pulgadas y de peso seis (6) onzas. Apesar de esta divergencia de opiniones podemos decir fundándonos en los resultados consignados en los "Annales des Pouto et Chaussées" y "Proceedings of the Institute of Civil Engìniers" que el tamaño de las piedras no es tan importante como creia Mac-Adam, con tal que no pase de tres pulgadas de diámetro; y que lo que importa es que las capas se hagan con piedras del mismo tamaño.

En tiempo de Ducreuse y Polonceau era imposible obtener piedras del mismo tamaño, porque el machaqueo se hacía á mano, y por ello dichos Ingenieros aconsejaban que se debia usar en la construccion del macadam toda clase de piedras desde guijarros hasta polvo; pero actualmente que se conocen buenas máquinas para partir uniformemente la piedra, los Ingenieros han abandonado los principios sentados por Ducreuse (Véase—Annales du Genie Civil.)—[A.]

Las máquinas usadas para partir la piedra son de varias clases, pero describiremos una sola, la representada en las láminas 2 y 3, que debemos al fabricante A. Selby, de Leeds, porque es la mejor, y ademas, por no ser conocida en nuestro país. Esta máquina consiste en dos

---

(A) Es opinion general que Ducreuse opinaba que las piedras de todos tamaños hacian un macadam en las mejores condiciones. En las obras de Ducreuse, Polonceau, Candemberg no se dice tal cosa: solo se aconseja por razon de economia usar piedras de todos tamaños.

grandes dientes de fundicion (jaws) entre los cuales se pone la piedra y se rompe por compresion. La distancia que separa los dientes puede arreglarse á voluntad. El movimiento alternativo de la máquina se obtiene por medio de un volante, que puede tambien servir de rueda para transportar la máquina. Un escéntrico montado en el eje motor trasmite el movimiento á un sistema de palancas que hacen mover uno de los dientes mientras el otro queda fijo.

La máquina tiene generalmente un tubo cilíndrico inclinado agujereado, que sirve para cernir las piedras partidas separándolas en montones de igual tamaño. Finalmente una pequeña locomovible de 8 á 10 caballos de poder hace funcionar la máquina por un sistema de correas de transmision.

La máquina descripta no solo da piedras de tamaño uniforme sino que tambien las da limpias y desprovistas de materias térreas, lo que es, como todos los Ingenieros saben, una ventaja grandísima.

Estas máquinas presentan sobre el machaqueo á mano dos ventajas que son:

1.ª Economía de 45 p. %

2ª Facilidad y prontitud de ejecucion.

En las obras de Battey, donde hemos practicado bajo la direccion del señor J. F. Bateman, C. E. F. R. S. hemos visto que esta máquina es mucho mejor que las de Clermontel y Smith que nos enseñó el fabricante Elevell, de Birmingham.

La colocacion de los materiales se hace tendiéndolos por capas cuyo espesor varía de abajo para arriba. Generalmente se usan cuatro capas, *statumen*, *ruderatio*, *nucleus* y *summa crusta*, que se cimentan unas con otras, siguiendo diferentes sistemas. Los sistemas mas comunmente usados son estos:

1° Sistema de pisones de mano.

2° Sistema de cilindros tirados por caballos.

3° Cilindros á vapor.

El primer sistema que es el mas primitivo de todos se usa actualmente en las reparaciones del afirmado de Lóndres y Manchester, pero los Ingenieros lo han abandonado ya en casi todas las ciudades de Inglaterra y Francia para la construccion de grandes calzadas, porque es muy poco económico y demanda muchísimo tiempo, principalmente en la estacion lluviosa cuando los materiales están húmedos.

El sistema de cilindros tirados por caballos es mucho mejor que el anterior, pero no resuelve satisfactoriamente el problema, porque el peso que se puede dar á los cilindros no es siempre suficiente para hacer trabar el firme; ademas, el sistema tiene el inconveniente de que en las calles concurridas, los muchos caballos que es necesario poner en tanda para arrastrar los cilindros, estorban notablemente la circulacion; y por fin, la cimentacion se hace con menos economía que usando cilindros á vapor. Por estas razones, en Liverpool, París y tambien en Lóndres solo se usan actualmente cilindros á vapor que pertenecen á diferentes sistemas. Los dos mejores hasta ahora esperimentados son los representados en las láminas 4, 5, 6 y 7, que obtuvimos de los constructores Aveling y Ballaisan, por medio del señor F. A. Paget, Ingenioro Civil F. R. S. Como estos cilindros no se conocen en nuestro país y no están descritos en ningun tratado del arte del Ingeniero, vamos en seguida á dar los detalles que nos suministraron los fabricantes.

El cilindro inventado por Aveling [Véase láminas 4, 5 y 6] consiste en dos cilindros laterales AA, unidos al eje motor B. y á un cilindro central CC. El cilindro C. se compone de dos partes que pueden moverse separadamente sobre el eje y tambien descansar en un bastidor D. déstinado á facilitar el movimiento. Cada una de estas par-

tes tiene la misma dimension que los cilindros laterales, los cuales con el central cubren completamente el plano de fundacion. El peso total de la máquina está igualmente distribuido sobre los ejes, y de tal modo que hace funcionar los cilindros con igual regularidad siguiendo las sinuosidades del perfil del camino. El cilindro E. colocado en la parte superior de la máquina contiene la caja de distribucion la cual es abastecida de vapor de la cúpula de la caldera, y no del interior de la misma, como en la mayor parte de las locomovibles, porque está ya probado que la primera disposicion es mas económica por perderse menos cantidad de vapor. El movimiento de la máquina engendrado por el vástago del piston es trasmitido á todo el mecanismo por medio de engrenages y de una biela unida á una manívela G. que lleva en su estremo una cadena piñion. La biela hace funcionar un pequeño volante cuyo objeto es hacer servir la máquina para comprimir piedras grandes ó bien para mover máquinas como las que se usan para triturar materiales. La correa dentada K. y el freno N. enganchados en II. al eje motor B. sirven para cambiar la via de la máquina al pasar curvas muy pronunciadas. El bastidor D. que sostiene los cilindros CC. consiste de dos ruedas verticales JJ. colocadas una adelante y otra atrás que sirven para levantar la máquina, á fin de que en todo caso los cilindros puedan seguir la superficie del camino sin sufrir bruscos golpes. Un par de ruedas horizontales de friccion LL. guian el bastidor de modo que la máquina puede moverse haciendo funcionar la cadena dentada y el volante M. colocado al lado del maquinista. Por fin, una polea N. montada en un freno Davidson y un regulador P. sirven al maquinista para detener la máquina.

El peso de la máquina Aveling es variable así como tambien su precio. En el cuadro adjunto se encuentran los datos que nos dió el fabricante.

Cilindros.	Peso	Diámetro	Anchura	Precio
Nº 1	15 tons.	5 piés	6 piés	600 £
Id 2	20 "	5½ "	7 "	710 £
Id 3	25 "	6 "	8 "	820 £
Id 4	30 "	6½ "	9 "	930 £

El cilindro de Ballaison que representamos en las fig. 1 y 2 de la lámina 7, no necesita ninguna esplicacion por estar bien detallada. Sin embargo, manifestaremos que la calde ra es multitubular y hecha de fierro Farnley con juntas superpuestas y simples; que los ejes motores, las bielas y vástagos son de hierro Lowmoor refinado; y en fin, que la máquina lleva tanques para agua y carbon para un dia de trabajo. El precio varía con el peso y los últimos datos que tenemos del fabricante son estos:

Peso 10 toneladas............ precio 480 £
" 20 id .... " 650 £
" 30 id .... " 800 £

Las esperiencias á que se han sometido los dos cilindros descritos en los dos años pasados, tanto en Lóndres como en París, han dado resultados muy satisfactorios y todos los Ingenieros los recomiendan para la construccion del macadam. En nuestra ciudad, donde el trabajo personal es carísimo, estos cilindros serian muy útiles no solo para la construccion del nuevo afirmado de la ciudad sino tambien para afirmar los empedrados existentes y asentar bien la fundacion de los mismos cuando se *entretienen* ó reparrar. Actualmente estos cilindros podrian emplease para consolidar las plazas etc.

El espesor que debe darse á los firmes macadamizados ha sido objeto de mucha controversia. AlgunosIngenieros, toles como Mac Adam y Parnell, fundados en el buen éxito de algunas calzadas, han creido deducir de sus esperiencias que el espesor mas conveniente para los firmes

macadamizados de las ciudades no de bepasar nunca de 7 [siete] pulgadas en el centro de la caja [Véase—Mac-Adam—On Road Making].

Otros, entre los cuales se encuentran Telford, Ducreuse y sus discípulos afirman que el mejor espesor es aquel que varía de 12 á 14 pulgadas. Por fin, los Ingenieros Wiebe y Arnt aconsejan en todos los casos usar del espesor de 6 pulgadas.

La esperiencia ha mostrado en los diez años pasados tanto en Francia como en Inglaterra, que no puede fijarse por una regla el espesor que debe tener el firme como creian Mac-Adam y Ducreuse; porque elespesor depende siempre de la calidad del material usado, de la naturaleza del tránsito público y de la clase de fundacion que son elementos muy variables de una localidad á otra.

Por esta razon los Ingenieros usan actualmente para las calzadas macadamizadas espesores muy variables segun el caso. Por ejemplo, en la City de Lóndres, en las calles de mayor circulacion, se usa el espesor de 12 pulgadas; en París, generalmente, el de 9 á 11; y por fin, en Birmingham, el Ingeniero Pigott Smith ha usado siempre el de 14 pulgadas. En nuestra ciudad, donde no se han construido todavia macadames de ninguna clase, no puede decirse con seguridad cual es el espesor mas conveniente; pero, fundándonos en el estudio que hicimos de las calzadas de Lóndres y Birmingham, creemos que es, en general, el de 10 (diez) pulgadas, porque muchos de los macadames de Lóndres que tienen 11 pulgadas, por ejemplo, los de Westminster Bridge y Parliament Street, que hemos examinado últimamente, se encuentran en muy buenas condiciones de estabilidad, apesar de resistir al tránsito mas desgastador del mundo y de haberse construido con materiales inferiores á los que pueden usarse en Buenos Aires, como los de Martin Garcia, y de estar asentada la fundacion sobre un terreno de mala calidad.

El bombeo de la superficie de desgaste ha sido tambien un punto muy discutido. El señor Mac-Adam, primer constructor de los firmes que llevan su nombre, aconsejó siempre, sin dar ninguna razon científica que el bombeo mas conveniente era de un setenta-avo del ancho de la calzada. [Véase] - Mac-Adam — Road Making.

Los Inge ieros Polouceau y Gaudemberg, siguiendo los principios sentados por Tresaguet, y apoyados en esperiencias hechas en algunos caminos macadamizados de Francia, sentaron en una memoria pasada al prefecto del Sena en 1840, que el mejor bombeo era el de un cuarenta á un cincuenta avos, tanto para la estabilidad del firme como para facilitar la viabilidad y el desagüe (Véase — Polonceau — Memoire sur les voies empierriées.) Por fin, el Ingeniero Telford y la mayor parte de los Ingenieros ingleses, creyeron que el bombeo á adoptarse no debia pasar de un cincuenta avo en todos los casos. Actualmente que se tiene mucha esperiencia en la construccion de los macadames, los Ingenieros han hecho constar con repetidos esperimentos que el señor Mac-Adam era el que tenia razon á pesar de haber emitido su opinion sin fundarla; porque las calzadas de ciudades que tienen un bombeo de un setenta avo son las mas económicas para entretener y las que satisfacen mejor las condiciones de viabilidad y buen desagüe.

Por esto, en Lóndres, Birmingham, París etc. las calzadas se construyen actualmente con dicho bombeo ó con bombeos muy poco diferentes.

La pendiente usada en los firmes macadamizados es muy variable. En Lóndres no se usan pendientes que pasen de 1 en 80; en Liverpool las pendientes máximas son de 1 en 60; y por fin en Birmingham se encuentran macadames con pendientes menores de 1 en 35. Estos hechos muestran que el macadam puede establecerse en cualquier pendiente, como no se creia hace

poco, pero está probado que no es conveniente usar en general pendientes menores de 1 en 40; porque el firme se desgasta mucho y las piedras se salen de su lugar, originando ingentes gastos de reparacion y de entretenimiento. En Birmingham, en dos calles igualmente concurridas y de pendientes 1 en 122 y 1 en 40; los gastos de entretenimiento están en la relacion de 1 á 4. En Lóndres se ha observado lo mismo en varias calles.

Por fin, el perfil del asiento ha sido construido de dos modos diferentes por los Ingenieros ingleses, á saber: plano y curvo, segun el sistema Telford. Ambos sistemas son buenos, pero el curvo es siempre mejor que el plano en los afirmados cuyo desagüe no se efectúa con cloacas. En las calles en que existen cloacas creemos que es indiferente usar uno ú otro perfil, porque las aguas que se infiltran en la caja tienen siempre pronta salida á los caños de desagüe.

La disquisicion que acabamos de hacer nos muestra que el mejor sistema de macadam, es en general, el que tiene 10 pulgadas de espesor y consta de cuatro capas de piedras de dos á dos y media pulgadas de diámetro, puestas sobre un mullido Telford y cimentadas con cilindros compresores Aveling ó Ballaison. Las ventajas de que goza este firme son las siguientes:

1ª No da lugar á ruido ó vibraciones.

2ª Disminuye notablemente el esfuerzo de traccion.

3ª Da buen asiento á los piés de los peatones y caballerías.

4ª Su construccion es muy fácil asi como su entretenimiento.

5ª Es el afirmado que menos impide la colocacion de cañerías de gas, agua y otras.

6ª Las reparaciones pueden hacerse generalmente sin interrumpir el tránsito público.

7ª El coste de entretenimiento es, en igualdades de condiciones, mucho mas barato que el de los otros afirmados.

En cambio de estas ventajas que la esperiencia de cuarenta años ha evidenciado acabadamente, muchos Ingenieros y principalmente los franceses, han objetado que el macadam no es ventajoso para el afirmado de ciudades populosas por tener estos inconvenientes:

1° Dan lugar á polvo y lodo.

2° Desgastarse muy fácilmente.

Estos inconvenientes eran en efecto muy graves hace algunos años, pero actualmente los Ingenieros no los consideran como tales, porque se han perfeccionado notablemente los sistemas de entretener los afirmados, y principalmente los macadames. Estos perfeccionamientos que vamos á apuntar en seguida consisten en máquinas para quitar el polvo del camino y en diferentes sistemas de reparacion de la superficie de desgaste. Las máquiuas buenas para dicho objeto son varias; pero la mejor es la inventada por S. A. Taiffer, la cual representamos en las láminas 8 y 9, copiando los dibujos que nos dió el fabricante. Consiste en una escoba cilíndrica y giratoria al rededor de un eje horizontal colocado detrás de las ruedas motrices. La escoba barre el polvo y el lodo, y lo dispone á los lados del camino, de suerte que usando dos ó tres máquinas en el eje de la calzada puédese en poco tiempo echar á las bermas cuanto ensucia el firme. La escoba giratoria tiene generalmente una longitud de dos yardas, pero no puede barrer una faja mas ancha que una y media yardas á causa de su oblicuidad. La máquina ocupa tanto espacio, como un carruaje ordinario; es tirada por un solo caballo y manejada por un hombre que ocupa un asiento relativamente muy alto para dirigirla bien. Las esperiencias hechas en París en 1871 y las que se hacen diariamente en Lóndres prueban que esta máquina puede usar-

se para barrer lodo no solo líquido sino tambien sólido, y por esto es mucho mejor que las de Sondom y Draft que se usaron hasta hace poco.

Para darse cuenta de las ventajas de esta máquina citaremos algunos datos que debemos al señor Haywood, Ingeniero Municipal de Lóndres.

De los ensayos hechos en 1871 y 1872 en París y Lóndres, resulta que un hombre puede barrer en una hora y sin amontonar todo el polvo y lodo estendido sobre 620 yardas cuadradas de macadam cuando estos están bien secos; 380 yardas cuadradas cuando el lodo es muy líquido, y solamente 250 cuando el lodo es muy pastoso.—La máquina Tailfer hace en el primer caso el trabajo de ocho hombres; en el segundo, de diez; y en el tercero, de catorce. Tomando un término medio se deduce que la máquina Tailfer puede hacer siempre el trabajo que harian 10 cantoneros.

Por consiguiente, usando estas máquinas se puede barrer el macadam 10 veces por el mismo precio que los cantoneros lo barrerian una sola vez; y como la esperiencia ha mostrado que basta barrer tres veces una calzada para tenerla siempre bien limpia, resulta que haciendo el barrido de una parte solo tres veces se puede barrer tres y tercia veces mas estension que con el sistema antiguo y al mismo precio. Por esto es fácil actualmente obtener económicamente la limpieza del macadam.

Ademas, los sistemas de riego se han mejorado mucho de cuatro años á esta parte. Antes de 1867 el riego se efectuaba con regaderas de mano y con carros tirados por caballos mientras que actualmente se hace uso de chorros de agua provenientes de cañerías de abastecimiento, y de sales delicuescentes, como el cloruro de magnesia, de sodio etc. Con este sistema la calzada puede regarse diez veces mas que con el antiguo de regaderas y carros, y con una economía de 20 p. %

Finalmente, eentretenimiento no se hace ya sino en muy pocos casos echando el material nuevo sobre los baches y hoyos sin preparacion alguna, sino que toda la superficie de desgaste, se cava con picos y despues de barrida se tiende el material compimiéndolo con cilindros á vapor. De este modo las reparaciones no dan casi lugar á polvo y lodo, aunque se hagan en la peor estacion.

En Lóndres, donde en algunos barrios se usan los sistemas de barrido, riego y entretenimiento descritos, el macadam produce muy poco polvo en las calles mas concurrida, por ejemplo, en las de la City; y en la generalidad de casos hemos observado que hay mas polvo sobre los adoquinados que sobre el macadam.

En cuanto á la segunda objecion que se ha hecho al macadam no hay duda alguna que el desgaste es grandísimo, principalmente en las calles de circulacion numerosa y activa, pero es cierto que la economía y facilidad de construccion y entretenimiento compensa sobradamente este inconveniente. Así lo prueban todos los Ingenieros Municipales de las ciudades inglesas, donde el macadam ha sido el afirmado mas usado desde hace treinta y cinco años.

Por las razones dichas, los Ingenieros opinan que el macadam es un afirmado muy bueno no solo para caminos carreteros, como creian antes los Ingenieros franceses, sino tambien para calles de ciudades populosas. Un hecho, que prueba esta verdad mejor que cualquier argumento, es que el macadam no se ha abandonado todavia en ninguna de las ciudades que lo usaron desde un principio; y que, por el contrario, actualmente se usa en muchas partes para sustituir otros afirmados, por ejemplo, en París, Lóndres, Liverpool, Nueva York etc.

VI.

Firmes asfaltados.

Todos los autores difieren en lo que se debe entender por firme asfaltado. Unos denominan así á los firmes hechos de mastic bituminoso; otros, á los de piedra calcárea y betun mineral; y en fin, hay los que dan dicho nombre esclusivamente á los firmes hechos de asfalto natural. Adoptando la última definicion por ser la mas comun en Inglaterra y Francia, pasamos á acuparnos de los asfaltados usados en las ciudades europeas.

1. —ASFALTADO EN CALIENTE.

Estos firmes pertenecen á varias clases, pero como muchos no se usan ya, nos limitaremos á estudiar los asfaltados de Val de Travers, de Limmer, de Barnett, de Seyssell y el asfaltado inglés.

El asfaltado de Val de Travers, consiste en una mezcla de asfalto, arena fina y detritus silíceos procedentes del desgaste de calzadas graníticas. La proporcion en que entran los materiales varía con su naturaleza, y la mejor en la opinion de los Ingenieros Homberg é Hinch, es la siguiente, usada en Paris y Lóndres:

90	partes cúbicas	de asfalto.
60	id	de arena fina.
15	id	de detritus graníticos

Esta mezcla se deslie en calderas por medio del fuego, empezando por fundir el asfalto y echando en seguida, poco á poco, la arena y los detritus, teniendo cuidado de menear el todo hasta que las burbujas de la superficie despidan humo azulado. Las calderas que se emplean

mas comunmente son las de Malo, que consisten en un cilindro de palastro inclinado, provisto de un hogar colocado en la parte inferior en el cual se mueve un hélice que toma los fragmentos de asfalto como si fuera un tornillo de Arquímedes y de tal modo, que estos reciben el calórico del aire contenido en el cilindro sin permanecer sobre las paredes de la caldera donde pudieran quemarse. (Veáse Malo—Asphaltes et bitumes.)

La masa hecha se tiende á fajas de una yarda de ancho y se nivela, al propio tiempo que se comprime con una regla de hierro bastante pesada, de tres pulgadas de ancho, una yarda y cuarta de largo y cuatro pulgadas de espesor; despues de lo cual se echa una capa muy fina de arena y se golpea suavemente para introducirla en el asfalto. El espesor que se le debe dar es de dos á tres pulgadas; aunque hay algunos asfaltados en Lóndres, por ejemplo, los de Gracechurch y Manssell, que solo tienen una y media pulgadas; pero esto no ofrece suficiente solidez para resistir á la accion de las caballerías al galope, así como se ha probado en Paris que mas de tres pulgadas no la aumentaría. El bombeo que ha de darse á la calzada no debe pasar de uno por ciento (1 p. %) del ancho del firme; porque, si es mayor, la circulacion es muy difícil á causa de la propiedad de ser resbalaladizas que tienen los asfaltados en caliente.

La fundacion se hace tendiendo una ó dos capas de arena gruesa ó piedra machacada de cuatro á cinco pulgadas de espesor, segun el caso, que se comprime perfectamente con cilindros de compresion muy pesados como los que describiremos mas adelante. Se echa luego arena fina para trabar las piedras, y se deja así al libre tránsito por algunos dias para que se acabe de consolidar, limpiando contínuamente y reparando los baches que alteran el perfil transversal. Del modo descrito, se ha construido y sigue construyéndose la fundacion en las calles de Pairs

porque los Ingenieros franceses opinan que la arena, piedras y en general detritus, arregladas á la macadam cimentan la calzada mejor que el hormigon aunque sea formado con cal hidráulica pura. En Inglaterra, donde los Ingenieros tienen opiniones diametralmente contrarias, la fundacion se hace, como observamos en Fhreadneedle Street, ejecutando una ganga de una parte de mortero hidráulico y de cuatro de piedras silíceas picadas, que se tiende por fajas de dos yardas de ancho y de seis á nueve pulgadas de espesor, comprimiéndola con pisones de 50 á 60 libras hasta que adquiera suficiente consistencia. Ambos sistemas de fundacion han dado buen resultado donde han sido ensayados; pero creemos que en Buenos Aires el sistema usado en Paris es mas conveniente que el de Lóndres, porque:

1° No poseemos calles eminentemente hidráulicas para fabricar buen mortero á precio barato; y

2° es mas económico usar de una fundacion á la macadam que de una de mortero por existir en la ciudad piedras graníticas, abundantes y á poco precio.

El asfaltado Limmer se ensaya actualmente en Lóndres y Paris, siguiendo diferentes sistemas.

El mas usado y que consideran mejor los Ingenieros ingleses es del Palais Rayal, en Paris, que han copiado en Bermonday-Street, en Lóndres, consiste en cubrir una calzada ya preparada, y consolidada como sería una calzada á la macadam, á la Taylor ú otra tan resistente é impermeable, con una capa de dos á dos y media pulgadas de espesor de la siguiente mezcla:

80 partes de asfalto de Hanover
10 id de arena fina
2 id de aceite ó pez
8 id de detritus procedentes de calzadas graníticas

Esta mezcla se deslie en calderas ordinarias á sin ta

pa por medio del fuego, y luego que está flexible, pero algo viscosa, se tiende sobre la fundacion por dos capas, si es posible igualmente resistentes, dándoles un bombeo de uno y medio por ciento del ancho del firme. La primera capa se hace con arena mas gruesa que la usada en la segunda, y se deja cimentar por mas tiempo, generalmente, dos ó tres horas en verano.

Del modo descrito hemos visto concluir este afirmado en Moorgate-Street, en Lóndres, y segun nos dijo el Ingeniero J. Paget vá á aplicarse á muchas calles de la City en el próximo verano.

El afirmado de asfalto ferruginoso del sistema Barnett se ensaya actualmente en algunas calles de Lóndres, siguiendo los mismos principios que aplicó Homberg, en Paris, en 1865. Por lo que hemos visto en Cheapside, la calzada se hace derritiendo en calderas ordinarias una mezcla de asfalto, sesquióxido de hierro al estado nativo y alquitran mineral, la cual, luego que ha adquirido suficiente flexibilidad por efecto del calor, se tiende sobre la fundacion de mortero, y se concluye la calzada del mismo modo que en los asfaltados ya descritos. El espesor que se dá á este firme es de dos pulgadas, y el bombeo de uno por ciento á cinco por mil del ancho del firme. Estas dimensiones son las que han dado mejor resultado en Paris y Lóndres.

El asfaltado inglés difiere de los ya descritos en que no se usa ninguna clase de asfalto natural para formar el firme. La mezcla ó ganga se compone de diferentes materias, á saber: aceite resinoso, cal cáustica, resina vejetal, acerrin, limaduras de hierro, arena fina etc., que se muele perfectamente y despues se calienta en calderas ordinarias provistas de doble fondo y de un molinillo especial para revolver bien los ingredientes. Luego que la ganga está completamente derretida se echa en moldes prismáticos ó cúbicos y se deja en reposo dos ó tres horas hasta que

adquiera suficiente consistencia para conservar la forma del molde: hecho lo cual se empedra el firme con los adoquienes comprimiéndolos bien para que no haya falta de continuidad en la calzada cuando se enfrien La fundacion de estos firmes es idéntica á las descritas anteriormente; y su espesor nunca baja de nueve pulgadas á causa de la calidad bituminosa del asfalto usado.—(Véase Buildor.

Por fin, el asfaltado Seyssell consiste en hacer el firme con la roca asfáltica de ese nombre, siguiendo los mismos principios que en la construccion del Val de Travers. Para que estos firmes sean buenos es necesario que la calzada se pisonéey asiente bien antes de entregarla al tránsito público, porque sino se evapora el betun contenido en la roca asfáltica Seyssell, la calzada no se cimenta y dura muy poco. Tambien es necesario que la calzada se cubra con una mezcla de arena y betun, de tiempo en tiempo, para evitar el desgaste y la formacion de rodados en las calles concurridas Sin este requisito la calzada Seyssell dura apenas seis años. (Véase— Engineer.)

Todos los firmes asfaltados que acabamos de describir presentan las mismas ventajas é inconvenientes. Refiriéndonos á las calzadas bien construidas que se ensayan en Francia y Suiza desde hace quince años, podemos decir que gozan de las siguientes propiedades:

1ª No dan lugar á polvo y lodo y por ello pueden limpiarse fácil y económicamente.

2ª Son casi insonoras, aunque el ruido que producen es bastante perceptible para advertir á los peatones la aproximacion de los carruages.

3ª Disminuyen notablemente el esfuerzo de traccion.

4ª Reducen al mínimo los gastos de entretenimiento de los vehículos.

5ª Son muy suaves para los peatones y caballerías.

6ª El desgaste es casi inapreciable y asciende á un milímitro por año en los casos mas desfavorables.

7ª Son impermeables, y por ello muy saludables, por que impiden la evaporacion de los líquidos que saturan el suelo y las infiltraciones en la caja del firme.

8ª Son muy higiénicos, porque no teniendo juntas la superficie de la calzada los detritus orgánicos no se guarecen en el firme.

9ª No dan lugar á vibraciones cuando sucede el paso de los vehículos. (Véase—Malo—Asphaltes.)

En cambio de estas ventajas que han hecho creer á algunos, como Darcy, Malo etc. que los asfaltados eran los firmes mejores, la esperiencia ha mostrado con gran copia de datos que presentan inconvenientes gravísimos para el afirmado de ciudades populosas. Estos inconvenientes son:

1° Las reparaciones son muy costosas y difíciles, y no pueden hacerse bien en tiempo frio ó húmedo; porque el betun asfáltico no conserva suficiente calor para aglutinarse y hacer trabazon con el asfalto frio y ya comprimido del firme.

2° El entretenimiento de los baches y desgastes pequeños demandan ingentísimos gastos; porque para que el asfalto trabe es necesario destruir una faja transversal de la calzada y comprimirla con rodillos durante algunas horas (Véase—Homberg—Chaussées en asphalte.)

3° La construccion del firme no puede hacerse en tiempo frio ó húmedo, porque la calzada no se cimenta y se asienta uniformemente sobre el mullido de la fundacion.

Los Ingenieros franceses han ideado diferentes sistemas para obviar este inconveniente. El mejor y mas comunmente usado tanto en París como en Lóndres, consiste en cubrir con toldos ó armaduras movibles el lugar donde se hace la construccion. Segun nos hemos convencido en

Lóndres cuando presenciamos la construccion de asfaltados en Moorgate, el sistema indicado no responde á su objeto; porque si bien los toldos resguardan la calzada del efecto de las lluvias y nieve, no sirven para impedir que la humedad y otros ajentes atmosféricos ejerzan accion sobre el asfaltado. Esto se ha probado en París, pues las calzadas que se construyeron en dicha ciudad al amparo de toldos en el año muy frio y húmedo de 1855 no duraron mas de cuatro años apesar de haber sido bien reparadas y entretenidas en todas las estaciones.

En Buenos Aires donde el clima es sumamente variable, creemos que el citado sería un inconveniente gravisimo para adoptar los asfaltados.

4° Impiden casi por completo la colocacion y reparacion de cañerías de gas, aguas y otras, porque las partes nuevas de la calzada no se unen con las viejas, principalmente en las calles concurridas bajo la accion de cargas pesadas.

Dos sistemas se han adoptado para obviar el inconveniente citado. Estos son:

1° Colocar las cañerías en cloacas de desagüe.

2° Idem idem idem en cloacas especiales bajo los andenes.

El primer sistema tiene la ventaja de que la colocacion de cañerías maestras puede hacerse sin interrumpir el tránsito público en medio de la calle y que las reparaciones pueden ejecutarse á debido tiempo por la facilidad de ser inspeccionadas; pero no resuelve el problema en cuanto concierne á las cañerías de las casas, porque en cualquier caso se tiene necesariamente que abrir el afirmado para unirlas con los caños maestros. Por esto, y ademas, por el gran aumento de seccion que debe darse á las cloacas para poder colocar las cañerías se está abandonando actualmente este sistema en Francia, que no ha mucho era recomendado como el mejor. El segundo siste-

ma es mas conveniente que el mencionado porque impide siempre el abrir la calle para colocar y reparar cañerías, pero tiene el inconveniente de demandar ingentes gastos de primer establecimiento. Por esta razon se abandonó en París hace algunas años. En Lóndres no hemos visto que se haya usado todavia.

5° No pueden usarse en calles cuya pendiente varíe de uno en 60 á 1 en 70, porque el desgaste del firme es inmenso, y ademas, son muy resbaladizos (Véase —Haywood—Report to the Board of Paving.

6° El asfalto se altera á la accion del gas de alumbrado.

En París este inconveniente ha sido siempre considerado muy grave por los Ingenieros franceses, los cuales, despues de repetidos ensayos han concluido últimamente que las calzadas asfaltadas no pueden establecerse en calles porque pasan cañerías de gas; porque el asfalto se vuelve tan esponjoso y blando á poco tiempo que no resiste al peso de vehículos y caballerías. [Véase—Homberg —Chaussées en asphaltes:]

Por esto, los Ingenieros Homberg y Mille han aconsejado á la Municipalidad de París en el año pasado con el objeto de obviar este inconveniente que se oponia al empleo del asfalto, el construir los firmes asfaltados sobre un mullido de betun ú hormigon, compuesto de una parte de cal hidráulica, cuatro de piedras picadas y una de arena gruesa, perfectamente comprimida con pisones de mano ó cilindros á vapor. En algunas calles de París donde se aplicó este sistema la esperiencia acaba de mostrar que el hormigon resguarda al asfalto por muy corto tiempo, por que las trepidaciones y asentimientos desiguales producen hendiduras, y á veces, grandes agujeros en la fundacion por los cuales escapa el gas y ataca al asfalto. Ademas se ha probado que la cal del hormigon altera la bondad del

asfalto, porque lo vuelve muy quebradizo, y á veces, destruye totalmente su fuerza cohesiva.

7° El betun del asfalto se ablanda á la accion del calor solar.

En climas frios como los de París y Lóndres la propiedad mencionada del betun es mas bien una ventaja que un inconveniente; porque, en el verano, la calzada se vuelve suave y poco resbaladiza para los peatones y caballerías; pero no lo es así en climas cálidos ó templados, como el de Buenos Aires; porque ablandándose por el calor la superficie de desgaste, las cargas pesadas hacen baches y rodadas en el firme cuyo entretenimiento es muy difícil y costoso. Ademas la alta temperatura que adquiriria el firme en Buenos Aires por efecto de calores contínuos, cuya duracion es casi tres meses seguidos, y su valor, término medio, 89 á 93 en la escala Farenheit, haria desprender del asfaltado olores bituminosos y sería incómoda al tránsito de peatones y caballerías.

En Nueva York, donde, como es sabido, el clima es muy frio en invierno y muy cálido en verano, los asfaltados no surtieron buen éxito en 1865 [Véase—Ruskin—TheNew-York pavements.]

8° El asfalto desprende olores pestilenciales durante la coccion de la mezcla, que no solo incomodan á los transeuntes sinó que tambien deterioran y destruyen los cuadros, empapelados y pinturas de las casas.

Para obviar esto las autoridades de París aconsejadas por los señores Felix y Malo, Ingenieros Civiles, han dado una ordenanza que está en vigencia desde hace algunos años, por la cual se prohibe estrictamente á los constructores el hacer la mezcla en el lugar de empleo. Actualmente se sabe que esta ordenanza no hace sino atenuar muy poco las consecuencias del inconveniente, porque el asfalto no esparce solamente vapores cuando se está haciendo la mezcla sinó tambien cuando se coloca so

bre la fundacion y mientras tarda en enfriarse; y que, en cuanto se refiere á la bondad del asfaltado, presenta la desventaja de que la mezcla se echa siempre á perder antes de tenderla en el lugar de empleo por mas precauciones que se tomen. Esto último lo prueban muchísimos datos recogidos por Milles y de los cuales se deduce que los asfaltados hechos en París con la mezcla manipulada lejos del lugar del empleo no han durado mas de cuatro años, apesar de haber sido su construccion y entretenimiento muy esmerados [Véase—Homberg—Les voies empierriées.] Por esto, el señor M. Homberg, Ingeniero de la Municipalidad de París ha aconsejado en este último año que la mezcla se manipule en el lugar de empleo usando de calderas propias para evitar el escape de gases. Hasta ahora las calderas usadas para este objeto no han dado buen resultado

9° Son muy resbaladizos y principalmente cuando no están bien limpios.

Diferentes sistemas se han puesto en práctica para quitar á los asfaltados esta propiedad que los hace tan perjudiciales é incómodos en las calles concurridas. Los principales que se usan actualmente son tres:

1° Sistema de Andrews.

2° Idem inglés.

3° Idem francés ó de Bineau.

El primer sistema consiste en hacer acanaladuras transversales en el firme. No ha tenido buen éxito, porque la calzada se desgasta fácilmente y se vuelve incómoda á las caballerías.

El segundo se ha aplicado en algunas calles de Lóndres y ha tenido mal éxito no solo por no haber hecho menos resbaladiza al asfaltado sinó tambien por haber disminuido su duracion y facilidad de entretenimiento. [Builder.]

El sistema francés consiste en proveer de frenos Da-

rey á los vehículos para detener su marcha cuando las caballerías se resbalan. Es el peor de todos los sistemas, porque es imposible apretar el freno á debido tiempo; y ademas, no evita que las caballerías se resbalen.

10. Las caballerías no pueden desarrollar todas sus fuerzas al dar el primer impulso para mover los vehículos por ser muy suave la superficie de la calzada.

Todo cuanto dejamos espuesto nos permite concluir: que los asfaltados en caliente no convienen, en general, para el afirmado de las calles de Buenos Aires en tanto que los progresos del arte no obvien los inconvenientes ya citados. Sin embargo, no creemos inútil el hacer algunos ensayos con los firmes Seyssell y Val de Travers para compararlos con el macadam inglés y el adoquinado granítico en las calles de poco y mucho tránsito público; porque, como es sabido, un mismo afirmado da resultados muy diversos en diferentes ciudades. Por ejemplo, el enmaderado Nicholson ha dado pésimos resultados en Europa, mientras que en San Francisco, en Norte América es el único afirmado que ha tenido buen éxito.

2°.—ASFALTADO EN FRIO.

Diferentes sistemas de asfaltado en frio se han aplicado en la mayor parte de las ciudades europeas. El mejor, en la opinion tanto de los Ingenieros franceses como ingleses, es el usado en París, que hemos visto se imita actualmente en Lóndres para el afirmado de algunas calles de la City. Consiste en partir la piedra asfáltica en pequeños fragmentos cuyas dimensiones no pasan de dos á dos y medio centímetros de longitud por 5 á 6 de latitud; mojarlos en seguida con aceite de Colcotar y echar sobre la fundacion una capa de estos fragmentos de 4 á 5 centímetros de espesor, comprimiéndolos perfectamente con pisones de mano y no con cilindros tirados por caballos ó

movidos á vapor, porque es sabido que el uso de estos es mas bien perjudicial que útil por destruir la uniformidad de los materiales, la cual es un requisito esencial para el buen éxito de estos firmes.

Unidos los fragmentos asfálticos se cubren los huecos con ganga bituminosa compuesta de 85 partes de asfalto en polvo, 62 de arena fina silícea, 8 de aceite resinoso y 3 de alquitran natural, teniendo cuidado de apisonearla bien con pisones mas bien pesados que livianos, por ejemplo, de 50 libras, mojando antes la superficie del afirmado con una mezcla compuesta de 3 de arena, 3 aceite resinoso y 2 de asfalto reducido á polvo muy fino por medio de máquinas especiales como las de Malo, ó haciendo decrepitar la roca asfáltica á la temperatura de 130° á 140° centígrados.

Los ensayos que se han hecho en París y los que se hacen actualmente en Suiza muestran que este sistema tiene la ventaja de su fácil ejecucion, no ser necesarios los aparatos para la aplicacion en caliente y evitar el resbalamiento de caballerías; pero, en cambio, no sirve para afirmar ciudades populosas por estos inconvenientes:

1° No puede egecutarse en cualquier estacion, porque el aceite y resinas que sirven para ligar los materiales no hacen trabar ó cimentar la calzada sino en tiempo caloroso y muy seco.

En algunos libros viejos como Valdés—Manual del Ingeniero, pág. 856, 1ª edicion, y Huguienet—Chaussées en asphalte, pág. 14, se encuentra espuesto lo contrario de lo que decimos, esto es, se lee: "que los firmes de asfal-" to en frio tienen la ventaja de poder ejecutarse en cual-" quier estacion." Esta aseveracion que ha sido adoptada inconsideradamente por algunos Ingenieros Argentinos es completamente falsa como lo prueban los Ingenieros Homberg, Darcy, Dupuit y Hagwood con repetidas espe-

riencias hechas en Paris y Lóndres, las cuales no transcribimos por hallarse en estas dos obras: " Homberg — " Notice sur les voies empierriées et asphaltées, y Annales des Ponts et Chaussées. " Advertiremos que no es de estrañar que dicha aseveracion se encuentre en Valdés y Huguenet, porque el primero de estos autores ha traducido testualmente y el segundo copiado los errores espuestos por Beaudemoulin en su folleto " Espériences sur les chaussées asphaltées, " el cual era el único escrito que habia sobre asfaltados cuando Valdés y Huguenet escribieron sus obras. (Véase— Dictionaire bibliographique, chez Mme. Mathias.)

2º El entretenimiento de los baches es dificilísimo, porque la ganga nueva no traba con la calzada sino en muy pocos casos; y las reparaciones y desgastes pequeños producidos por el tránsito continuado es muy cara, porque para hacerlos bien es necesario remover una parte mas ó menos grande de la calzada. La esperiencia ha hecho constar que no se pueden hacer reparaciones en invierno; y por esto las calzadas hechas en Paris con tiempo frio no han durado un año (Véase —Homberg— obra citada.

3º La duracion apenas pasa de cinco años en las calles concurridas.

4º El esfuerzo de traccion es tres veces mayor que en el asfaltado en caliente en cualquier estacion.

Por estos inconvenientes se les ha sustituido en todas las ciudades que los usaron, los asfaltados en caliente, los cuales, además de las ventajas ya dichas, son, en paridad de circunstancias, mas fáciles de limpiar, mas suaves para las caballerías y vehículos y no dan lugar á polvo y lodo, apesar de ser mas resbaladizos y de dificultar la colocacion de cañerías.

Comparados con el macadam inglés los asfaltados en frio son siempre desventajosos. Así lo afirman los Ingenieros Hope, Berch y Poussin, fundados en los esperimen-

tos que se hicieron en 1869 por órden del Consejo Municipal de Paris, los cuales no transcribimos por hallarse en la revista, " Revue des Arts de la Construction. " De la misma opinion que los Ingenieros citados es el Sr. Pigott Smith, Ingeniero municipal en Birmingham, quien, hablando de los diferentes afirmados ensayados en dicha ciudad, se espresa así en su última memoria:

" El macadam (*inglés*) tiene algunas desventajas com-
" parado con el adoquinado de granito (granite paving)
" en el afirmado de grandes ciudades, pero es mucho me-
" jor que el asfaltado en frio usado por ser de mayor du-
" racion, mas económico de construccion y de entreteni-
" miento (Reeping up), el cual es muy difícil y costoso en
" dicho asfaltado. (Véase —Report to the Board of Paving, Birmingham.)

3º—FIRMES DE GANGA BITUMINOSA

Los firmes de esta clase se están haciendo actualmente en Paris y Lóndres.—Su construccion consiste, segun hemos visto en Cheapside, en usar de una ganga ó mortero bituminoso compuesto de 75 partes de betun mineral, 15 de fragmentos de cuarzo picado, 5 de piedra muy triturada y 5 de arena gruesa, que se pone por capas de dos ó tres pulgadas de espesor sobre un mullido del sistema Telford, hecho de materiales impermeables, resistentes y no elásticos. Dos ó tres capas bien comprimidas con pisones idénticos á los que se usan para los asfaltados en caliente, bastan, en general, para formar el firme en buenas condiciones de estabilidad, si se tiene cuidado de favorecer la cimentacion de los materiales con una pequeña cantidad de aceite asfáltico espolvoreado con arena fina.

Los pocos ensayos que se han hecho con estos firmes, cuya invencion data de muy pocos años, han mostrado ya acabadamente las desventajas que presentan, por las cua-

les creemos que no servirian para una ciudad populosa como Buenos Aires. Estas desventajas son:

1ª El betun mineral, forma con los otros materiales una ganga de cohesion muy débil, que se desagrega fácilmente á la accion de los vehículos y caballerías.

2ª El desgaste de la calzada es grandísimo, pues, en las calles concurridas, es cuatro veces mayor que el del macadam inglés.

3ª Dan lugar á mucho mas polvo, lodo y humedad que el macadam.

4ª En cualquier estacion son de mas difícil circulacion que los adoquinados, asfaltados etc.

5ª En los dias calorosos se ablandan un poco y dan lugar á olores desagradables.

6ª Segun los cálculos que hemos hecho, estos firmes serian en Buenos Aires veinte y cinco por ciento mas caro que el macadam hecho de piedra de Martin Garcia ó de las Dos Hermanas.

VII.

Macadam asfáltico.

El macadam asfáltico, llamado por algunos Ingenieros franceses, *asfaltado simple,* consiste en formar el firme con roca asfáltica de Val de Travers, tal como se estrae de la cantera, partiéndola en pedazos de pequeñas dimensiones como en el macadam inglés, descrito en el párrafo V. Se sigue en su construccion los mismos principios espuestos respecto al macadam inglés, teniendo cuidado de hacer la fundacion mas resistente y de dar á los materiales dimensiones mas grandes, porque la roca asfál-

tica es mas frágil y menos compacta que la roca granítica ó sienítica. Además, es un requisito esencial para el buen exito de estos firmes que las capas tengan mayor espesor que las del macadam inglés y que los materiales se tiendan con regularidad sobre la superficie de la fundacion y se compriman perfectamente, porque la roca asfáltica aunque no contenga principios orgánicos es sumamente sensible á las variaciones termo é higrométricas de la atmósfera á causa de la especial testura de su aglomeracion molecular. (Véase—Malo.—obra citada.)

En Paris y Bruselas, donde se han hecho los mejores firmes de esta clase en los veinte años pasados, la esperiencia ha mostrado acabadamente en los tres años pasados que son generalmente buenos en cuanto concierne á la baratura del coste primero y á la facilidad de construccion aplicados en calles de poco tránsito público—(Véase—Oppermann—Annales de la construction); pero que no pueden usarse con buen éxito en calles muy concurridas por las siguientes razones:

1ª El entretenimiento del firme es dificil y muy caro porque la roca asfáltica se desgasta muy prontamente y con mucha facilidad á causa de su poca fuerza cohesiva.

2ª Dan lugar á polvo, lodo y humedad en cualquier estacion.

3ª En las calles recorridas por vehículos pesados (4 á 5 toneladas), no sirven, porque se forman baches y rodadas, que ademas de ser difíciles de entretener, dan lugar á grandes dormidas en tiempos lluviosos.

4ª La duracion no pasa de seis años en las calles frecuentadas, por ejemplo, en las recorridas por dos mil vehículos, diariamente, y por cargas de tres á cuatro toneladas.

5ª Son muy incómodas en los dias calorosos, porque las piedras menudas se ablandan y á veces se derriten á la accion del calor solar y adhiriéndose fuertemente á las

ruedas de los vehículos y á los piés de las caballerías dificultan muchísimo la circulacion.

6ª En el interior de ciudades son poco saludables en climas templados ó cálidos, porque la roca asfáltica desprende olores desagradables.

Comparados con el macadam inglés y los asfaltados en caliente, los macadames asfálticos presentan en paridad de circunstancias las siguientes desventajas:

1ª El entretenimiento es mucho mas caro, y es casi 20 por ciento mas que el del macadam inglés.

2ª La duracion es casi la mitad que la del macadam inglés y mucho menor que la del asfaltado en caliente.

3ª No se pueden limpiar con tanta facilidad y economía como los asfaltados.

4ª El esfuerzo de traccion es, generalmente, una vez y media mayor que el del macadam inglés.

5ª No son resbaladizos como los asfaltados, pero en cambio son muy pesados en la estacion cálida ó lluviosa.

Por las razones dichas los macadames asfálticos se han desechado en París, y solo se usan actualmente en algunas cindades de Suiza por poseer piedras asfálticas muy baratas y de buena calidad. En Buenos Aires, donde seria necesario introducir los materiales asfálticos, creemos por lo ya espuesto que no convendria la adopcion de los macadames asfálticos.

VIII.

Firmes adoquinados.

Los firmes adoquinados, ó como se llaman tambien, empedrados con adoquines, pertenecen á muchísimas clases. En lo que sigue estudiaremos solamente aquellas que han tenido mejor éxito en el afirmado de las calles de las ciudades europeas.

1° Adoquinados ceramicos.

El adoquinado cerámico se ha usado en algunas ciudades de Bélgica y Holanda; y ha dado resultados muy poco satisfactorios. En Bruselas, donde esta clase de firmes se estableció á mediados de 1860, la esperiencia mostró á poco tiempo de uso que no eran económicos, porque los adoquines se desgastaban y rompian fácilmente por efecto de las vibraciones y choques producidos por los vehículos y caballerías. En Lieja, los Ingenieros franceses, A. Delessart y D. Maux tuvieron que abandonarlo despues de haberlo ensayado tres años; porque el entretenimiento del firme era muy costoso y la fabricacion de los adoquines muy difícil (Véase—Annales du Genie Civil) En las ciudades de Holanda los firmes cerámicos no tienen ya la aceptacion que tuvieron hace veinte años cuando fueron recomendados al Departamento General de Obras Públicas por Polonceau y Brosse. Actualmente los Ingenieros holandeses, entre los cuales se cuentan Schamps y Ledieu, opinan que el adoquin cerámico no participa de las ventajas del adoquin granítico, sienítico ó porfídico en cuanto concierne á la duracion y facilidad de entretenimiento [Véase—F. Schamps—Note sur les Chaussées empierriées;] y aconsejan que los firmes cerámicos no deben usarse en calles de circulacion numerosa y activa; porque los gastos de entretenimiento absorven la economía del coste inicial. (Véase—Annales des Ponts et Chaussées.)

Por estas razones, en todas las ciudades en que los firmes cerámicos se usaron solamente por estar en condiciones especiales, su uso ha sido ya casi totalmente proscrito, adoptando otros sistemas de afirmados mas convenientes, como, por ejemplo, los asfaltados, macadames, etc.

En algunas ciudades europeas, por ejemplo, en las de Holanda, donde hay buena arcilla y á precio barato, se

ha hecho uso de una clase de firmes que pertenece á la de los cerámicos, que los Ingenieros Albergs y Meviére denominan *firmes arcillosos.* Consisten en afirmar las calzadas con ladrillos ó pequeños adoquines de 12 pulgadas de largo, 6 de ancho y 4 de cola, hechos de arcilla dúctil y pastosa, colocados de canto, en espinel ó en punto de Hungria.

Los ensayos que se han hecho con estos firmes muestran que son muy inferiores á los cerámicos; porque presentan en mas alto grado las mismas desventajas, á saber:

1ª El des aste del firme es muy rápido y no se efectúa uniformemente de modo que se forman baches y hoyos á poco tiempo de uso, cuyo entretenimiento es sumamente costoso.

2ª La duracion es, término medio, de cinco años en las calles poco frecuentadas: y no alcanza á cuatro en las de mucho tránsito público (Véase —Vallés—Etude sur les Chaussées des villes.)

3ª La limpieza del firme demanda ingentes gastos; porque las inmundicias se guarecen en el mismo adoquin.

4ª El frotamiento y los agentes atmosféricos desagregan los principios arcillosos del adoquin, dando lugar á polvo, lodo y humedad.

Por estas desventajas que una larga esperiencia ha demostrado acabadamente, el uso de los adoquines cerámicos y arcillosos está ya limitado en Inglaterra, Francia y Suiza solamente á la construccion de andenes para el tránsito de peatones. Usados en esta clase de construcciones dichos firmes gozan de las siguientes ventajas:

1ª Su desgaste es muy pequeño, y es casi las tres cuartas partes del de los firmes asfaltados.

2ª No son resbaladizos como los asfaltados, y son tan suaves como estos.

3ª Son mas económicos que los firmes de asfalto y granito labrado usados en la construccion de andenes.

4ª La duracion varía de 20 á 25 años, si se hacen á espiga y se colocan los adoquines sobre un mullido de hormigon cálcico compuesto de 3 partes de cal medida en pasta, de 3 de arena gruesa y de 4 de ladrillo pulverizado, como recomiendan los Ingenieros Albergs y Swerig.

2º Adoquinado de fundicion.

En los veinte años pasados se han ensayado en Inglaterra y Norte América muchísimos sistemas de adoquinados de fundicion. El sistema que ha surtido mejor éxito para el afirmado de calles y andenes es el que fué patentado por el Ingeniero A.H. Helens, en 1860. Consiste, segun los modelos que hemos examinado en las fábricas de Elwell, en cajas paralelipípedas de hierro fundido que tienen 18 pulgadas de largo, 8 de ancho y 6 de espesor, unidas lateralmente con pasaderas de hierro y perfectamente cimentadas al esterior con argamasa hidráulica. Las cajas tienen interiormente dos ó tres compartimentos, segun el caso, destinados á contener una mezcla de arena grava ú otros cuerpos cilíceos con el objeto de hacer mas resistentes y elásticas las caras de la caja. La colocacion de las cajas se hace poniéndolas sobre un mullido elástico de piedra muy machacada, y dejando juntas de una pulgada á pulgada y media que se toman con mastic asfáltico para evitar el resbalamiento de los peatones y caballerías.

El afirmado descrito tuvo mucha aceptacion hace diez años cuando se estableció en algunas calles de Lóndres; pero actualmente los Ingenieros lo han desechado, porque presenta las siguientes desventajas:

1ª El coste primero es escesivo, y actualmente es 90 por ciento mas que el del adoquinado granítico.

2ª El entretenimiento es muy poco económico, porque el desgaste de los adoquines varía de cuatro á cuatro y medio milímetros por año en las calles muy concurridas, y se necesitan obreros especiales para entretenerlos y componerlos.

3ª Producen mucho ruido y tambien vibraciones que suelen originar desaplomos cuando sucede el paso de los vehículos.

4ª Son incómodos para los peatones y caballerías porque son muy resbaladizos y elásticos.

5ª El desgaste dá lugar á polvo y lodo que deterioran los vestidos de los peatones por la enorme cantidad de principios férricos que contienen [Véase--American Railroad Journal.]

Por lo espuesto el adoquinado de fundicion se ha desechado en todas las ciudades, y ya no se trata de volverlo á ensayar como en 1870 por el alto precio á que ha subido en los dos años pasados el material de hierro. El fabricante Elwell, de Birmingham, nos comunicó últimamente que el adoquin de fundicion era malo para afirmar ciudades populosas, no solo por su carestía sino tambien por la dificultad de obtener fundiciones que resistan bien á los choques y vibraciones producidas por los vehículos y caballerías. En ciudades, que, como Buenos Aires, no poseen fundiciones ni talleres de reparacion, es inconveniente el ensayar adoquines de fundicion, cuanto mas el usarlos.

3º Adoquinado asfaltico.

Dos clases de adoquinado asfáltico se han ensayado en las ciudades europeas; estos son:—el adoquinado del sistema Mussel y el adoquinado Suizo.

El primero consiste en hacer los firmes con adoquines labrados de roca asfáltica de Val de Travers ó de Trinidad;

y el segundo, con adoquines hechos de detritus de la misma roca perfectamente comprimidos por medio de la prensa hidráulica en moldes prismáticos ó paralelipípedos.

La construccion de ambos sistemas es la misma, y consiste: en hacer la fundacion con una capa de tres á cuatro pulgadas de mortero cálcico, y colocar sobre ella los adoquines, tomando las juntas con mastic bituminoso. Es necesario que el mortero esté muy húmedo cuando se pongan los adoquines para que el firme se cimente bien.

Los ensayos hechos en Suiza bajo la direccion de M. Homberg han mostrado que estos firmes no son buenos por muchas razones. En el primer lugar, el sistema Mussel presenta el grave inconveniente de desgastarse muy prontamente á causa de la poca cohesion que tiene la roca asfáltica y por esto se ha visto que es poco económico en las calles de mucho tránsito público, por ejemplo, en la Threadnedle, en Lóndres, donde el sistema se abandonó hace tres meses. En segundo lugar, el entretenimiento no es solamente caro sino tambien muy difícil por la gran cantidad de materias bituminosas de la roca asfáltica, que saturan la calzada á poco tiempo de uso. Además, el firme Mussel es insalubre, porque dá lugar á mucho polvo y olores pestilenciales en el verano á la accion de un calor moderado; y á lodo y humedad, en invierno. Por fin, presenta en alto grado la propiedad de ser muy resbaladizo, lo cual es un gran inconveniente en las calzadas concurridas, segun lo han probado los Ingenieros Mille y Homberg, en los afirmados de Paris y Lyons. —(Véase—Second cahier de l'Ecole de Saint Cir.)

En cuanto al adoquinado suizo, llamado así por haber sido usado la primera vez en Ginebra, la esperiencia ha mostrado que es mejor que el sistema Mussel: pero, apesar de ello, no puede considerarse como un buen afirmado. Los Injenieros Mille y Homberg que lo han ensayado en

Paris hace poco tiempo, le atribuyen los siguientes inconvenientes:

1° La fabricacion de los adoquines es muy cara y difícil, porque requiere maquinarias especiales y mucho trabajo personal.

Segun los datos que nos suministró el Secretario de la Compañia General de Asfaltos en Paris, el metro cuadrado de estos adoquines cuesta en Suiza doce francos, esto es, siete por ciento mas que el metro de adoquines graníticos, en Lóndres. En Marsella cuesta cerca de catorce francos, y en Paris, varía de catorce francos treinta centésimos á quince francos.

2° Los adoquines, por bien comprimidos que sean, nunca presentan suficiente dureza para resistir á la accion desgastadora de los vehículos, y por ello se desagregan muy prontamente.

Los Ingenieros ya nombrados citan en los "Anales de Puentes y Calzadas" una calle poco concurrida de Paris en que el firme suizo no duró mas que cuatro años y medio; y el Ingeniero inglés Alfredo Wilson, á quien debemos algunos informes sobre los afirmados de Inglaterra, nos comunicó últimamente que el adoquin suizo tuvo que abandonarse en Southampton despues de un ensayo de tres años. El Ingeniero J. J. Davies, cuya competencia es notoria en la materia que tratamos, ha probado que el firme suizo es inservible para calles de ciudades comerciales, donde transitan vehículos pesados (mas de cuatro toneladas]; porque la duracion no pasa de cuatro años aunque el entretenimiento y las reparaciones se hagan contínua y esmeradamente [Véase--Proceedings of the Institute of Arts.]

3° Como el sistema Mussel, el firme suizo tiene el gran inconveniente de producir muchísimo lodo y polvo fino á causa de los principios térreos que origina el desgaste.

4ª Son húmedos en cualquier estacion, y por ende, muy peligrosos para las caballerías.

5º Finalmente, los ensayos hechos en Ginebra han mostrado que todos los mastics usados para tomar las juntas no hacen trabazon con el asfalto del adoquin, aunque las caras del mismo se aspereen ó acanalen.

Por este inconveniente en París, cerca del Palais Royal, dice el Ingeniero Mille, los adoquines no podian tenerse estables apesar de estar enterrados varias pulgadas en el mullido de la fundacion [Véase—Memoire sur les Chaussées empierriées et asphaltées.]

En virtud de las razones dichas, los firmes descritos no sirven para el afirmado de ciudades populosas; y creemos que no conviene ensayarlos en la ciudad, apesar de lo que dice el Ingeniero Neate, en tanto que los ensayos que se hacen actualmente en Lóndres con el sistema Mussel perfeccionado no den resultados completamente satisfactorios.

4º Adoquinado granitico.

El adoquinado granítico, ó como se suele llamar sienítico, porfídico, basáltico, etc. segun la clase de piedra usada, es el único afirmado que ha tenido general aceptacion tanto en América como en Europa. En todas las ciudades se usa, sino total, á lo menos parcialmente; y los Ingenieros opinan que es el mejor firme conocido aunque difieren muchísimo en los detalles de ejecucion que constituyen su bondad. Por esto, vamos á discutir en seguida todos dichos detalles para averiguar cual es el mejor sistema en el estado actual del arte.

La fundacion usada en la construccion del adoquinado de las ciudades europeas pertenece á tres clases diferentes, que son:

1ª fundacion de arena.

2ª Fundacion de piedra picada.

3ª id de betun ganga ú hormigon.

El primer sistema se ha usado en París hace algunos años [Véase—Gaiffier—Manuel des Ponts et Chaussées]—y consiste en hacer un cimiento ó mullido compuesto de varias capas de arena cuyo espesor varía de dos á tres pulgadas; las capas se pisonean á medida de que se tienden y se cimentan con una mezcla de cascajo muy fino y lechado de cal.

Los inconvenientes que presenta este sistema, á saber: la poca estabilidad del firme y la dificultad de su entretenimiento, lo han hecho abandonar ya en casi todas partes, salvo en Liverpool, donde sabemos que se usa actualmente por la única ventaja de la economía del costo primero.

El segundo sistema aunque menos defectuoso que el anterior, no ha sido usado sino en Inglaterra y en algunas ciudades americanas, por ejemplo, Rio Janeiro y Montevideo, apesar de reconocer sus ventajas los Ingenieros franceses (Véase—Reibel—Cours de constructions.) Consiste en hacer un asiento firme y resistente compuesto de la manera siguiente: una primera capa, de 4 á 5 pulgadas de espesor, de piedra picada cuyas dimensiones no pasan de dos pulgadas en todos sentidos; seguida de una segunda capa de piedra ó cascajo machacado muy fino de menos espesor que la primera, por ejemplo, de tres y media pulgadas, cimentada con una mezcla de arena silícea y lechada de cal; y en fin, sigue una capa á estas dos hecha de piedra muy menuda con lechada de cal tambien. Las capas se comprimen bien con pisones ó cilindros, segun el caso; y despues que se han asentado, se las cubre con una capa de arena fina de una á dos pulgadas de espesor para acabar la cimentacion. Del modo descrito hemos observado que se hace la construccion de los empedrados de adoquines en Lóndres en las calles últimamente reparadas.

El tercer sistema consiste en hacer un asiento de ganga, ya mortero ó bien hormigon, compuesto de cal hidráulica, arena, cenizas, escorias de fundicion y piedra machacada en proporciones variables, segun el caso.

En Manchester la proporcion que hemos visto usar es:

1 parte de cal hidráulica.
3 id piedra picada.
2 id arena, ceniza etc; y en Liverpool la siguiente:
1 parte de cal medida en pasta.
5 id piedra, ceniza etc.
1 id arena fina.

La ganga hecha se tiende por capas de tres á cuatro pulgadas, que se comprimen con pisones de mano, y pocas veces con cilindros, porque estas máquinas separan la cal de los otros materiales, por ejemplo, de la piedra picada. En general bastan tres capas de dos á dos y media pulgadas de espesor para formar una buena fundacion ó mullido.

Este sistema, que es el que hemos observado, se usa esclusivamente en Manchester, es mejor que los dos anteriores, porque presenta la ventaja de hacer al mullido muy resistente y poco elástico, lo que aumenta la duracion de los adoquines. (Véase—Proceedings of the Institute of Civil Engineers,) y facilita notablemente su entretenimiento y ademas es saludable, porque impide por completo infiltraciones en la caja del firme.

Las dimensiones mas convenientes que deben darse á los adoquines ha motivado muchísimas discusiones en los veinte años pasados. Los Ingenieros ingleses que nunca estudiaron la cuestion bajo el punto de vista teórico, segun dice el autor Leahy (Véase—Leahy—A. Treatise on Making Roads,) dieron á los primeros adoquines usados en Lóndres dimensiones muy exageradas, pues tenian diez y ocho á veinte pulgadas de largo, ocho de ancho y

nueve á diez de cola. Posteriormente, adoptando los resultados de las esperiencias de A. Kelsey y Taylor, les dieron cuatro á cinco pulgadas de ancho y ocho á nueve de altura, que actualmente tienen en las principales ciudades de Inglaterra, con escepcion de Manchester, donde las dimensiones adoptadas desde hace treinta años son cinco pulgadas de largo, tres y cuarta de latitud y cinco de cola.

En Francia, los Ingenieros han usado adoquines de dimensiones muy diferentes. Por ejemplo, en París, segun dice Homberg, los adoquines tienen en algunas calles 17 centímetros de longitud, 10 de latitud y 17 de cola; en otras, 20 centímetros de largo, 12 de ancho y 16 de altura; y en fin, en unas pocas, 140 centímetros cuadrados de superficie de desgaste y 8 de cola. En Burdeos las dimensiones usadas son muy exageradas: 22 centímetros de largo, 15 de ancho y 20 de cola. Por fin, en Rio de Janeiro, segun observamos á nuestro paso por dicha capital, los adoquines tienen en algunas calles 8 pulgadas de longitud, 5 de latitud y 7 de cola; y en las mas, 7 pulgadas de largo, 4 de ancho y 6 de cola.

La esperiencia ha mostrado últimamente que no conviene usar adoquines de dimensiones muy grandes; porque la estabilidad del firme no está, como se creía hace algunos años, en relacion á la base del adoquin. (Proceedings of the Institute); y además los adoquines de dimensiones medianas son de mas fácil labra, no dan lugar á tanto ruido, no se desgastan tan prontamente, y en el caso de no existir en el lugar de empleo tienen la ventaja de que, en igualdad de peso, ocupan menos espacio. Por esto las dimensiones que se prefieren actualmente en Inglaterra y Norte-América son las adoptadas en el adoquinado de Manchester, el cual, segun dicen todos los Ingenieros, es mejor que el usado en Lóndres, Bruselas y otras ciudades europeas. Actualmente van á hacer en Paris algunos

afirmados de adoquines cuyas dimensiones muy poco difie·ren de las del de Manchester.

Tambien se ha discutido la forma mas conveniente que debe darse á los adoquines. Los Ingenieros franceses, fundados en que la cúbica es de fácil labra y muy estable, han opinado por dicha forma en los afirmados de Paris y Lyons. Los Ingenieros ingleses, despues de haber desechado la forma piramidal en Lóndres y Liverpool se han decidido por la paralelipípeda con la cual casi todas las ciudades están afirmadas; porque, segun dicen, reune á la ventaja de fácil labra la de ser económicos su entretenimiento y reparacion. Finalmente, algunos Ingenieros ingleses, y norte-americanos han usado la forma prismática exagonal, creyéndola mas conveniente que las cúbicas y paralelipípeda á causa de la trabazon que puede siempre darse á los adoquines y principalmente á la superficie de desgaste. Actualmente que todas estas formas se han ensayado mucho, las esperiencias consignadas en los "Anales du Genie Civil y en los Proceedings of the Institute," permiten concluir que la forma paralelipípipeda, por ejemplo la usada en Manchester, es la mejor, porque:

1° El desgaste de los adoquines es muy pequeño.

2° Previene el resbalamiento de peatones y caballerías: y

3° No dá lugar á tanto ruido y vibraciones como las formas piramidal, exagonal y cúbica que se usó en Paris.

En Manchester, el adoquinado hecho de adoquines paralelipípedos de las dimensiones dadas anteriormente, suelen dar lugar á menos ruido que el macadam en los casos mas desfavorables. Lo mismo se ha observado en Paris y Lóndres con el empleo de adoquines de pequeñas dimensiones. Por esto los Ingenieros ingleses opinan que el inconveniente del ruido y vibraciones no es un inconveniente tan grave para que el adoquinado no pueda usarse en barrios muy habitados, como creia el Ingeniero

francés A. J. Ducreux (Véase—Annales des Ponts et chaussíées.)

La disposicion de los adoquines se hace de diferente modo en todas las ciudades. En Lóndres los adoquines se disponen en algunas calles en hileras transversales y perpendiculares al eje del camino sin continuidad de juntas; y en otras se disponen, como en Dover y Southampton, esto es, en hileras que van de un lado á otro del firme é inclinados de 45 grados al eje del camino. Finalmente, en ciertas calles de Liverpool, se sigue el sistema italiano, el cual consiste en disponer los adoquines en hileras convergentes al centro del camino, inclinadas á 60 ó á 70 grados las unas á las otras.

Los Ingenieros no están acordes todavía acerca de las ventajas de estos sistemas, pues los usan indistintamente, segun hemos observado en Lóndres, pero si hemos de atender á lo espuesto por Taylor, Haywood y Darcy en los "Proceedings of the S. of arts," el segundo sistema es mas conveniente que los dos otros: porque:

1° Las juntas de los adoquines no se desgastan tan fácilmente.

2° Dá mejor asiento á los piés de los peatones y caballerías.

3° Dá lugar á menos ruido y vibraciones.

La superficie de desgaste se ejecuta en Inglaterra siguiendo dos sistemas diferentes. El primero, consiste en poner los adoquines con sus caras laterales perpendiculares al plano de fundacion, dejando juntas cuya dimension varía de dos octavas de pulgada de ancho á tres octavas; y el segundo, en poner los adoquines inclinados á una misma direccion, haciendo un ángulo de 80 á 85 grados con el horizonte. Estos dos sistemas se han ensayado este año en algunas calles de Lóndres, por ejemplo, en Sonthewark, y los resultados obtenidos no dejan duda que el primero es mejor que el segundo, porque:

1° Los adoquines no se deterioran tan fácilmente.

2° Su ejecucion requiere menos cuidado y menos tiempo.

3° Los adoquines puestos verticalmente previenen tambien el resbalamiento de las caballerías como los inclinados.

La colocacion de los adoquines se ejecuta poniéndolos encima del mullido de la fundacion sobre una capa de arena ó cascajo muy menudo, y dejando juntas cuyo ancho varía muy poco, siendo el mas comunmente usado el de un cuarto de pulgada. Las juntas se toman de diferentes modos. En Lóndres se hace uso de una mezcla compuesta de un sesto de cal por una parte de arena que se pone entre adoquin y adoquin, comprimiéndola bien con un escoplo ancho hasta reducirla al estado de completa cequedad. En Liverpool y tambien en Lóndres se suelen tomar las juntas con arena gruesa y silícea, teniendo cuidado de humedecerla contínuamente para que haga trabazon con el adoquin. En Dover y Leeds, en las pocas calles bien adoquinadas que existen, las juntas se hacen sin mezcla alguna, colocando entre adoquin y adoquin una lámina de piedra esquitosa muy dura ó bien una de hierro fundido. Por fin, en Manchester, las juntas se toman con un mastic bituminoso ó asfáltico compuesto y hecho del mismo modo que la mezcla usada en los asfaltados en caliente, el cual se introduce comprimiéndolo con pisones pequeños, no solo en las juntas, propiamente dichas, sino tambien en los intersticios que el desgaste hace generalmente en los adoquines.

Los tres sistemas primeramente mentados poseen ventajas en ciertos casos: pero, en general, el cuarto es el mejor de todos; porque:

1° El mastic bituminoso de las juntas proteje de los choques á las aristas de los adoquines sin sufrir deterioro alguno.

2° Cimenta tambien los adoquines unos con otros que

la calzada adquiere tanta resistencia como si fuera un monolito.

3° Hace la calzada menos sonora que los otros materiales, por ejemplo, la mezcla de cal y arena.

4° Las inmundicias se guarecen muy difícilmente en las juntas.

En contra de estas ventajas algunos Ingenieros opositores al sistema han objetado que el mastic dificulta las reparaciones de la calzada, porque se adhiere tan tenazmente al adoquin que cuesta mucho trabajo el desprenderlo. Esta objecion no es séria, porque en los afirmados de Manchester se ha probado últimamente que hay tanta dificultud en separar los adoquines, cuyas juntas se toman con cal y arena como aquellas en que se toman con mastic. En las reparaciones hechas en el afirmado de Manchester, hace dos meses, nos hemos convencido de ello prácticamente.

La disquisicion que acabamos de hacer acerca de las diversas partes del adoquinado, nos permite concluír: que el mejor adoquinado conocido consiste en un mullido de hormigon de 5 á 8 pulgadas de espesor, cubierto con una capa de mastic asfáltico sobre la cual se colocan los adoquines verticalmente en hileras inclinadas á 45 grados al eje del camino, tomando las juntas con una ganga de mastic bituminoso. Tal es el empedrado representado en la fig. 4 de la lám. 1, usado en Manchester desde hace cincuenta años y que va actualmente á imitarse en Lóndres, Paris y muchas otras ciudades europeas, por consejo de los inminentes Ingenieros Haywood, Homberg, Martin y Scherer.

El adoquinado cuya descripcion acabamos de hacer, presenta ventajas muy importantes para el afirmado de ciudades populosas. Entre estas se cuentan principalmente las siguientes:

1ª La uniformidad y suavidad de la superficie de des-

gaste, las cuales disminuyen notablemente el esfuerzo de traccion y evitan el deterioro de los vehículos.

2ª La facilidad de poderse limpiar fácil y económicamente en cualquiera estacion.

3ª La falta de polvo, lodo y humedad.

4ª La facilidad de entretenerse, y á veces repararse sin interrumpir el tránsito público.

5ª El buen asiento que dá á los piés de peatones y caballerías.

6ª La larga duracion que escede de veinte años en las calles mas concurridas, por ejemplo, las de la City, en Lóndres.

Comparado con el macadam, el adoquinado de granito tiene la desventaja de ser su coste inicial mas caro, pero, su mayor duracion, la economía de entretenimiento, la cual es cincuenta por ciento menor, (Véase Gillespíe — Rood Making) y en fin, la facilidad de circulacion y su salubridad, lo hacen mucho mejor que el macadam para el afirmado de ciudades populosas. Esto lo reconocen todos los Ingenieros, y principalmente el Sr. Pigott Smith en su última memoria sobre el afirmado de Birmingham. (Véase — 3rd. Report to the Board of Paving.)

Por fin, comparado con los asfaltados reune á la ventaja de ser mas durable las de poderse entretener con mas facilidad y economía, no impedir la colocacion de cañerías y poderse ejecutar y reparar en cualquiera estacion y establecer en calles de cualquiera pendiente.

Por las razones espuestas, los Ingenieros europeos opinan que el adoquinado es el mejor afirmado conocido para las ciudades, porque, en el estado actual del arte resuelve el importante problema de la viabilidad en cuanto concierne á la comodidad, duracion y facilidad de entretenimiento.

IX

Firmes con carriles.

Para disminuir el esfuerzo de traccion se han adoptado carriles longitudinales en la construccion del macadam y adoquinado. Los carriles usados han sido de piedra, madera ó fierro; pero actualmente los Ingenieros usan solamente los primeros, porque no se desgastan con tanta facilidad como los de madera, no son tan rígidos y caros como los de hierro y pueden obtenerse fácilmente de cualquier dimension.

Los firmes con carriles han dado resultados mas ó menos satisfactorios en las ciudades poco pobladas, pero no han tenido buen éxito en las calles muy concurridas, por muchas razones. Como las ruedas tienen por precision que correr sobre los carriles, las caballerías se ven obligadas á caminar sobre un mismo sitio, y forman baches, hoyos y rodadas que destruyen el empedrado á poco tiempo y son siempre causa permanente de gastos de entretenimiento. Además, las aguas de lluvia, como que no tienen una salida fácil y pronta á causa del perfil que los carriles dan al firme, se estancan é infiltran en la caja de la calzada dando lugar á grandes inconvenientes para la duracion de la misma. Este inconveniente se puede observar en algunas calles de Buenos Aires donde se han hecho sistemas con carriles aunque de muy mala calidad. No es esto solo. Si el firme es un macadam, las aguas forman lodo en las calles, el cual además de afearlas y ser anti-hijiénico, es al propio tiempo un inconveniente para la circulacion. Y si el firme es un adoquinado, las ruedas de los vehículos pillan oblícuamente las aristas de los adoquines cuando abandonan

los carriles, originando grandes gastos de entretenimiento en las calles muy frecuentadas En Paris estos gastos ascendieron á tres veces mas que los del adoquinado sin carriles en 1869—(Véase—Anales du Genie Civil.)

En fin, en los firmes con carriles no pueden andar vehículos, sino de un solo caballo ó varios, puestos en tanda, por que las caballerías tienen necesariamente que seguir la zona comprendida entre carril y carril.

Por estas razones, los firmes con carriles se han desechado en Inglaterra, y no se usan ya sino en algunas ciudades de Italia, como Nápoles, Milan etc., que segun dicen los Ingenieros, se encuentran en condiciones especiales favorables á esta clase de firmes. En Buenos Aires, donde las calles son en general muy estrechas y de circulacion numerosa y activa, creemos que no convendria la adopcion de firmes con carriles, no solo por las razones ya dichas sino tambien porque la circulacion seria muy embarazosa y difícil, sobre todo en las calles mas céntricas de la ciudad en que se han establecido largas líneas de caminos de sangre.

X

Materiales y coste de construccion.

Todo cuanto dejamos espuesto se refiere solamente á la bondad de los afirmados. Esto no es suficiente para decidirnos por la adopcion de un sistema, porque es necesario encarar tambien la cuestion bajo el punto de vista económico. Por esto vamos á tratar en seguida de los materiales que poseemos en el país y del coste de construccion de las obras.

Materiales de construccion.

Muy pocos son los materiales buenos existentes en el país que puedan usarse económicamente para la construc-

cion de afirmados. Segun lo que dicen Ingenieros competentes solo hay arena, grava y algunos criaderos de piedra de diferente clase en diversos puntos del territorio y no todos, en las cercanías de Buenos Aires. Es por esto que tambien sabemos por el conocimiento práctico que tenemos de la localidad, que creemos necesario tratar primeramente de estos materiales para averiguar cuál es el mejor uso que se pueda sacar de ellos; y en seguida dar todos los datos que hemos conseguido en Europa relativos á aquellos que no poseemos y que necesariamente han de usarse en el afirmado en nuestra ciudad.

Empezando por la arena que es uno de los materiales indispensables para la construccion de buenas calzadas, manifestaremos que no se encuentra de buena calidad en muchos lugares. Por ejemplo, la arena que se estrae de la playa cerca de la ciudad y que se usa esclusivamente en la construccion del actual empedrado, es de pésima calidad, porque contiene gran proporcion de materias térreas, y el grano es muy fino y quebradizo.

De mejor calidad que esta es la arena que se saca cerca de la canal de San Isidro, pero no cremos que es buena para afirmados, porque su composicion es sílico-calcárea, por contener muchísima cantidad de detritus provenientes de la *tosca*, ó sea de la formacion aluvial epigénita y yusta-posterior al diluvial que forma el lecho de las costas del Rio.

Examinada con microscopio la arena de San Isidro, se presenta bajo la forma de una aglomeracion heterogénea en la cual se distinguen claramente detritus cuarzosos, feldespáticos, y á veces micáceos, unidos á materias calcáreas que por su forma ovoidea helicoidal estraida parecen ser destrozos de conchillas pertenecientes al género Limneum, de la familia Univalvis.

Estas materias estrañas que muchas veces se vén con el ojo desnudo, entran en gran cantidad en la composi-

cion de dicha arena. No sabemos cual es la cifra exacta, pero puede tenerse una idea á cuanto asciende, notando que en varios esperimentos que hicimos en 1871, para saber si dicha arena era buena para los filtros de las actuales obras, las aguas claras que pasaban al través de un filtro pequeño, compuesto de una capa de un pié de espesor, sometida á la presion de medio pié, salian durante varios dias tan cargadas de materias térreas que dejaban, tenidas en reposo, mucho sedimento y nunca recuperaban su primitiva trasparencia.

Tampoco es de buena calidad la arena que se encuentra al Sud de la ciudad, por contener mucha materia térrea procedente del Riachuelo, y además por la gran cantidad de sustancias orgánicas que le quitan la propiedad de ser incomprensible y formar pasta dúctil.

Las otras clases de arena que se encuentran en el Rio, no son buenas para afirmados ni para otra clase de construcciones, porque, como es sabido, hacen malísimas argamasas con las mejores cales.

Por lo que dejamos dicho, creemos que no debe usarse para la construccion de los afirmados la arena del Rio, sinó la que se encuentra en Montevideo, Martin Garcia y en las costas del Uruguay. La arena de estos puntos es escelente, no solo por la testura del grano, sino tambien por su pureza, la cual es un requisito esencial para la bondad de las obras.

Todavia no han dicho los Ingenieros cuál de estas tres clases de arena es la mejor; pero creemos que es la de Montevideo, por que hemos observado repetidas veces que la arena de Martin Garcia contiene limo y materias térreo-calcáreas, y la del Uruguay, detritus micáceos que, como se sabe, forman pasta muy poco dúctil y ligable. El grano de la arena de Montevideo es mas grueso y mas friable que el de la arena de Martin Garcia y del Uruguay. Además, la arena de Martin Garcia y del Uruguay contie

nen en mayor ó menor proporcion, arcilla y ocres provenientes de los terrenos de las costas.

Estas materias estrañas son siempre muy perjudiciales, porque dan lugar á polvo y lodo en cualquier estacion; y no toman las juntas de los adoquines ó cimentan el firme, cuando es macadamizado.

La grava y el cascajo que se encuentran en los Rios, y que desgraciadamente no existen en Buenos Aires, son de escelente calidad. En nuestra opinion, la mejor grava gruesa que pueda obtenerse en Buenos Aires es la estraida de la costa occidental del Uruguay. Esta grava es mas dura y menos frágil que la del Paraná, porque no proviene como esta de la descomposicion de rocas mico-feldespáticas

Tambien es mejor que la de Martin Garcia, por que no contiene como la misma geodas, pequeñas fallas y estructura seudo-amorfa.

La piedra buena para afirmados existe en algunos puntos de la provincia: —hay arenizcas duras en las Sierras del Sur, rocas cuarzosas en el Tandil, y por fin, se encuentran rocas graníticas gnéisicas en los picos del Volcan (Véase—Moussy.—Description de la Conféderation Argentine) pero como todas estas piedras no podrian usarse con economía por la falta de medios de transporte, hablaremos del granito de Martin Garcia y del de las Dos Hermanas.

Las piedras de estas dos islas que llamamos *granito*, siguiendo la opinion general, aunque á la verdad son rocas gneiso-feldespáticas secundarias, segun la nomenclatura de Ramsay y Dana, no constituyen materiales de primera calidad para toda clase de afirmados. Su contestura granujienta y muy fina, la falta de clivage normal, y la pureza de sus componentes silíceos, las hacen buenas para empedrados de piedra picada á la macadam; pero no para adoquinados de primera clase, como creen algunos Inge-

nieros, por que el feldespato y la mica, que, como se sabe, son cuerpos quebradizos y descomponibles por la humedad, entran en la composicion de la piedra en mayor proporcion que el cuarzo, que es el único componente del granito que resiste bien á la presion.

En contra de esto se podria objetar, como se ha hecho ya repetidas veces; 1º que las piedras que sirven paro macadam son buenas para adoquinado, y 2º que la piedra de Martin Garcia ha sido usada con buen éxito en la construccion de adoquinados.

A lo primero, pueden contestar que es una opinion errónea que han adoptado los Ingenieros Argentinos, el creer que las piedras buenas para macadam lo son tambien para adoquinado. Lo mismo creian los Ingenieros Europeos hacen doce años, y por ello dicha opinion se encuentra en algunos autores muy conocidos, por ejemplo: Espinosa, Valdés etc., pero se ha probado ya con repetidas esperiencias hechas en Manchester, Birmingham y Lóndres, que las piedras de Monte Sorrell, Aberdeen y Penmadenmwr, que son escelentes para adoquines, sirven tambien perfectamente para macadam; y por el contrario, que las piedras de primera calidad para la construccion de macadames, como las de Yorkshire y Cheshire, hacen empedrados de adoquines de muy poca bondad.

Esta verdad que era completamente desconocida antes de las esperiencias de Kelsey, Hamberg y Sir-John Burgoyne, está acatada ya por todos los Ingenieros Europeos, principalmente por los Sres. Malo y Seraine, Ingenieros de la Municipalidad de Paris, quienes han hecho constar últimamente que las piedras usadas en el macadam resisten mas bien al corte que á la compresion; y que las del adoquinado resisten solamente á la compresion.

Por esto aconsejan actualmente los Ingenieros no usar para adoquinado las piedras, que, como la de M. Garcia y Dos Hermanas, contienen mas feldespato y mica que

cuarzo, mientras que opinan que son escelentes para construir macadames (Véase —Kelsey—Reeping up roads.)

Podria citarse en contra de lo último la opinion del eminente Ingeniero Bevans, sobre los criaderos de Martin Garcia, que copia el autor Parish en su obra "Buenos Aires y Provincias Unidos del Rio de la Plata"; á saber: "que la " piedra de Martin Garcia es de superior calidad por ser " resistente y de buena constitucion, de labra fácil y su provision inagotable." Esta opinion, apesar de la fama del Ingeniero que la emitió, no tiene actualmente ningun valor, porque los afirmados no se construyen ya como se construian antes de 1830, cuando Bevans examinó los criaderos de Martin Garcia.

Además, el Ingeniero Bevans, al decir que la piedra de Martin Garcia era de primera calidad para empedrados, no se refería á los adoquinados, como se ha creido equivocadamente, sino á los empedrados de obra muerta y á los de prismas Tresaguet, entónces muy en uso, los cuales como se sabe actualmente, pueden construirse de muy buena calidad usando de la piedra buena para macadam.

En cuanto á lo segundo, á saber: que la piedra de Martin Garcia ha sido usada con buen éxito en la construccion de adoquinados puédese contestar que no se tiene todavía bastantes esperiencias; porque el adoquinado construido en Buenos Aires con dicha piedra no ha pasado de unas cuantas varas cuadradas, y además hace muy poco tiempo que ha empezado á ensayarse. Si lo que se llama buen éxito es haber resistido el firme durante unos pocos años mejor que los actuales empedrados de la ciudad, podemos decir que á este respecto el adoquin de Martin Garcia es muy inferior á los adoquines de Rio Janeiro y de Penmadenmawr, en Gales. En efecto, la piedra de Martin Garcia es mas quebradiza que las de Rio y Penmadenmawr. Además no ofrece al frotamiento tanta resistencia como estas dos últimas, porque frotándolas fuertemente una con

otra, la piedra de Martin Garcia se desgasta mas fácilmente que ellas, y si bien se presenta áspera al principio pierde esta propiedad á poco tiempo, porque el cuarzo no entra casi totalmente en su composicion, como, por ejemplo, en el granito de Penmadenmawr. Por fin, la labra de granito de Martin Garcia, aunque fácil, no está exenta de un grave inconveniente, y es: la dificultad de evitar que los componentes micáceos y feldespáticos se encuentren en l.s aristas. En el granito de Rio Janeiro se presenta á veces esta dificultad, pero casi nunca en el de Penmadenmawr, segun nos comunicó el Sr. G. A. Jerstone, Ingeniero Civil.

Además de las razones espuestas que son puramente técnicas, se pueden citar razones económicas para no usar la piedra de Martin Garcia en los afirmados de Buenos-Aires. Si los adoquines se hacen con granito de Martin Garcia, no teniendo en el país hombres aptos para dicho trabajo ni tampoco las maquinarias necesarias, tales como, locomovibles á vapor, sierras circulares contínuas y descontínuas, cilindros, refinadores etc., habria imprescindiblemente que conseguirlos de Europa.

Esto originaría ingentísimos gastos que harian la labra tan cara que el adoquin hecho en Martin Garcia tendria un coste inicial mas crecido que el adoquin hecho en Inglaterra y puesto en Buenos Aires; porque el salario de los obreros que se emplean en las canteras de Inglaterra asciende, término medio, á cuatro chelines diarios, mientras que en nuestro país ascenderia á siete chelines á lo menos, pues los obreros que se mandaron á Rio Janeiro antes de las últimas huelgas (*strikes*) ganaban seis chelines. El Sr Ingeniero J. A. Liso de Ajuda, que nos dió estos datos, nos comunicó últimamente que no habia podido mandar obreros para sus canteras en Rio Janeiro por menos de seis chelines cuatro peniques diarios. Además, las maquinarias necesarias para hacer la labra harian subir mucho el precio del adoquin;

no solo por el ingente coste de las mismas, sino tambien por la dificultad y carestía de las reparaciones á que están frecuentemente espuestas, muchas de las cuales sería imposible hacerlas en el país, porque no poseemos fundiciones que puedan amolar una sierra del sistema Smith ó componer un cilindro refinador desgastado. Por fin, si los adoquines necesarios para toda la ciudad se fabricasen en Martin Garcia se tendría que establecer grandes talleres de construccion y de reparacion; y además se tendrian que usar para hacer funcionar las máquinas, todas las materias primas, por ejemplo, el carbon, los aceites lubrificadores etc. que nos vienen de Europa pagando flete y gastos de embarco y desembarco. Estos gastos agregados al de los salarios, ascenderian, en Martin Garcia, aproximadamente, á ochenta por ciento mas que los gastos que se requieren en Europa para hacer los adoquines. Pues, esto, considerando que los gastos de flete, embarco y desembarco de Inglaterra á Buenos Aires equivalen en el caso mas desfavorable, á veinte por ciento, resulta que fabricando los adoquines en Martin Garcia su coste sería, término medio, sesenta por ciento mas caro que el coste del adoquin inglés puesto en Buenos Aires.

Por todo cuanto dejamos dicho, creemos quo no debe usarse en Buenos Aires el adoquin de Martin Garcia sino el de Penmadenmawr, que preferimos al de Rio Janeiro, no solo por las razones anteriormente espuestas sino tambien por ser su coste primero mas económico.

El asfalto se encuentra en algunos lugares de la República Argentina, por ejemplo, en los Andes, cerca de Mendoza, hay criaderos muy ricos, pero la falta de medios de comunicacion, fáciles y económicos, hace desgraciadamente imposible su uso en los afirmados de Buenos Aires. Por esto nos concretaremos á apuntar los datos que sobre el asfalto de Val de Travers y Seyssell nos han suministrado los Directores de dichas Compañías.

El asfalto Seyssell y el Val de Travers son carbonatos de cal muy puros (calcitas inolíticas) impregnados de una pequeña cantidad de betun que varía entre seis y diez por ciento. El asfalto Seyssell contiene siempre mas betun que el de Val de Travers; y por ello los Ingenieros franceses lo prefieren á este último para la construccion de calzadas asfaltadas. Los Ingenieros ingleses que segun dice el "Engineer 1872", no han estudiado mucho la construccion de los asfaltados, prefieren para hacer calzadas el asfalto que contiene menos betun.

Las dos clases de asfalto mencionadas son rocas naturales de terrenos jurásicos.; pero se encuentra en el comercio asfaltos llamados de Seyssell, Val de Travers y Trinidad, que son artificiales. Estos son buenos para la preparacion de enlucidos, pero no sirven para la construccion de calzadas porque son muy quebradizos, no presentan resistencia al choque y tienen la propiedad de ablandarse muy fácilmente á la accion de un calor moderado. Segun los informes que nos dió el Secretatio de la Compañia de asfalto Seyssell, en Lóndres, se les distingue de los asfaltos naturales en qne son mas pesados (casi dos y media veces), menos lustrosos, mucho mas fusibles y de fractura coucoide vitrea, y rara vez, seudo amorfa.

El precio del asfalto varía segun la clase, pero siempre el artificial es mas barato que el natural. Segun los datos que obtuvimos últimamente de la Compañia de Val de Travers, en Paris, el asfalto natural de Seyssell cuesta nueve libras por tonelada, en Francia y el de Val de Travers 9 £ 2 sh. mientras que los asfaltos artificiales cuestan, término medio, veinte y dos por ciento menos.

En Inglaterra se encuentra el asfalto á precio mas bajo que en Francia, pero su calidad no es tan buena y conveniente para afirmados, apesar de lo que dicen los Ingenieros ingleses Haywood y Dilks; porque los Ingenieros franceses que son los únicos competentes en esta materia han

hecho constar que el asfalto usado en Inglaterra, por ejemplo, el de Lóndres, hace calzadas muy frágiles, resbaladizas y muy poco durables (Malo --Bitumes et asphaltées.)

Finalmente, en Suiza y Hamburgo el precio del asfalto es casi treinta por ciento menos que los precios citados, segun los datos que tenemos de la Compañia de asfalto Limmer; pero la dificultad de transporte y los gastos consiguientes harian perder esta economía si se llevase á nuestro país. Además, el asfalto de Hamburgo hay que depurarlo antes de usarlo en la calzada, y esto no dejaria de ser un grave inconveniente en Buenos Aires.

Para concluir este tópico haremos una advertencia, y esta es:—que el aceite vejetal que debe usarse en la fabricacion de los mastics bituminosos ha de ser volátil y de olor muy penetrante, y no craso rancio y untuoso como los que se encuentran generalmente en el comercio. Los aceites que cumplen mejor con estas condiciones en la opinion de los Ingenieros franceses, son los eminentemente resinosos procedentes de maderas duras y blancas. (Huguenet asphaltées et maphtes.) Lo dicho es muy importante, porque en Lóndres y Paris, donde toda clase de aceite se usaba indistintamente para hacer el mastic, se ha observado que los mastics hechos de aceites de mala calidad, por ejemplo, los crasos, duran muy poco, se ablandan con el agua y no hacen firme trabazon con materias heterogéneas.

2.º— Coste de construccion.

Para calcular el coste de primer establecimiento no podemos fundrnos desgraciadamente en datos deducidos de esperiencias hechas en el país, ni tampoco en los resultados obtenidos en las ciudades europeas, porque todos los elementos que afectan el coste, como ser el trabajo personal, el precio de los materiales en el lugar del empleo etc., varían muchísimo de una localidad á otra.

Por consiguiente, nos basaremos para resolver esta cuestion, en los datos qne nos han suministrado últimamente los Directores de las Compañias de Seyssell, Aberdeen y Val de Travers, respecto á los precios de materiales puestos libre y á bordo en los puertos de Inglaterra; en los principios sentados por Ingenieros competentes acerca de la construccion de los afirmados; y en fin, nos basaremos en el coste de la mano de obra en Buenos Aires.

Como todos los afirmados descritos no sirven evidentemente para nuestra ciudad por las razones anteriormente espuestas, nos limitaremos á asentar los presupuestos del adoquinado de granito, del macadam inglés y de los asfaltados comprimidos en caliente, dando en todos los casos el precio máximo y mas aproximado por yardas superficial Advertiremos que el precio de la mano de obra lo asignan en veinte pesos m|c., término medio por obrero y por dia y que suponemos que los materiales se introduzcan en el país libres de derecho, como es muy justo.

Puesto esto, empezaremos por el adoquinado de granito, el cual supondremos se haga del mejor modo posible, esto es, con adoquines de cuatro á cuatro y media pulgadas cúbicas, colocados sobre una fundacion de mortero y las juntas tomadas con mastic asfáltico ó bituminoso. Segun los datos que tenemos de los Gerentes de las Compañias de Aberdeen y Penmadenmawr, el precio de la yarda cuadrada de adoquines de cuatro pulgadas cúbicas importa, puestos á bordo en uno de los principales puertos de Inglaterra, la cantidad de cincuenta y seis pesos m|c. Esta cifra se elevaría á setenta en Buenos Aires, porque una yarda superficial de adoquines pesa término medio, una tercera parte de tonelada, cuyo flete, desembarco y colocacion en la ciudad, asciende, para grandes cargamentos, á cuarenta pesos m|c., segun los datos que recibimos de varias casas comerciales de Lóndres. El mullido de adoquines costaria cuarenta pesos m|c. por yarda cuadrada; por

que un obrero emplea generalmente un dia á un dia y cuarto para hacerlo en buenas condiciones; y se necesita una tercera parte de yarda cúbica de ganga, cuyo coste fijamos en diez pesos m[c., fundados en que se ha pagado en la ciudad de seis á diez pesos m[c, por hacer el asiento de los actuales empedrados. La colocacion de los adoquines y la toma de las juntas no bajaria de la cifra de veinte y dos pesos m[c. incluyendo el coste del mastic y la preparacion del mismo; porque, en Rio Janeiro, donde la mano de obra es casi catorce por ciento menos que en BuenosAires, ha costado aproximadamente diez y ocho pesos m[c. (1470 reis brasileros) en el año pasado.

Reuniendo las diversas partidas anotadas y agregando cinco por ciento para gastos imprevistos, resulta que la yarda cuadrada de adoquin de primera calidad vendria á costar en Buenos Aires la cantidad de ciento y cuarenta pesos m[c. (140 ps.)

El coste del afirmado de asfalto en caliente es muy variable, porque depende de la calidad del asfalto usado, que es muy diferente de una mina á otra. Suponiendo que se use asfalto de Seyssell ó de Val de Travers en la construccion de la superficie de desgaste y que el afirmado tenga doce pulgadas de espesor, de las cuales diez ocupe un asiento mullido de hormigon, el coste puede calcularse así: El mullido compuesto de hormigon hecho de una parte de cal y cuatro de piedra picada de Martin García y una de arena gruesa silícea, costaría ochenta ps. m[c. (80 ps.) por yarda superficial: porque en las mejores condiciones, se necesitan dos obreros para hacerla, y tenderla sobre la fundacion y apisonearla, cuyo trabajo costaria cincuenta ps. m[c. (50 ps.) diariamente; y además, el coste de una tercera parte de yarda cúbica de hormigon no bajaria de veinte y cinco á treinta pesos m[c. porque, en Inglaterra, donde los salarios son mas baratos, importa actualmente tres chelines y ocho peniques. La prepara-

cion de la mezcla asfáltica valdria veinte y cinco pesos m|c. por yarda, segun los datos que nos suministró en Octubre del presente año la Compañia de Val de Travers, en Paris, y su colocacion comprendiendo las operaciones de decantacion y cilindramiento no seria menos que diez pesos m|c.; porque un obrero puede hacer apenas tres yardas cúbicas por dia de ocho horas de trabajo. Así, pues, sumando las cifras anotadas, el coste de la yarda superficial de asfaltado costaria al máximo la cantidad de ciento y quince pesos m|c. [115 ps.]

Por fin, el coste de la yarda de macadam inglés, suponiendo que este se haga con piedra de Martin Garcia sobre un mullido del sistema Telford y siguiendo los detalles de construccion descritos en el párrafo V importaria, en el caso mas desfavorable, término medio, noventa y cinco pesos m|c. (95 ps.) Este presupuesto lo fundamos de esta manera:—El coste de la piedra necesaria para hacer una yarda cuadrada de macadam, importaria veinte y cinco pesos m|c. [25 ps.], porque actualmente se paga cuarenta pesos m|c. por carrada que contiene, poco mas ó menos, un metro cúbico de piedra, de la cual solamente tres cuartas partes pueden usarse, pues la otra cuarta parte se pierde en el machaqueo. El machaqueo de la piedra hecho con las máquinas descritas en el párrafo V. importaria veinte y cinco pesos m|c. incluyendo el coste de dichas máquinas, porque se paga actualmente por ello en Inglaterra casi tres chelines y dos peniques. La colocacion, el cilindramiento y el barrido de los materiales los calculamos en treinta y cinco pesos m|c. por yarda, incluyendo el coste y gastos de máquinas tales como cilindros, máquinas de barrer etc. Por fin, la construccion de las bermas hechas de fierro y segun el modelo que presentamos en la lámina 1, y no de adoquin granítico, por ser las primeras mas baratas, valdria diez pesos m|c. por yarda superficial, segun los datos que tenemos de los fabricantes Elwell y Leward, de Inglaterra.

De las cifras que acabamos de anotar, en las cuales no hemos incluido la remocion de los *tramways*, los desmontes y los terraplenes de las calles, cuyo coste haria subir á diez ó doce por ciento dichas cifras, se deduce que el adoquin granítico de primera calidad valdría en Buenos Aires cincuenta [50] por ciento mas que el macadam y veinte y ocho (28) por ciento mas que el asfaltado en caliente. Esta no es como algunos han creido, una razon que se oponga al uso del adoquinado granítico en Buenos Aires; porque, 1° el adoquinado dura, en general, ocho años mas que el macadam y el asfaltado; 2° sus reparaciones son casi cincuenta por ciento (50 p. %) mas baratas que las del macadam en las calles de circulacion numerosa y activa, generalmente treinta y cinco por ciento (35 p. %) menos caras que las del asfaltado; y 3° su conservacion es mucho mas fácil y económica que la de los dos firmes dichos. Ademas de estas ventajas el adoquinado granítico posee sobre el macadam y el asfaltado muchas otras ya espuestas relativas á la comodidad, facilidad de construccion etc., que lo hacen el mejor afirmado conocido para ciudades populosas, como lo dejamos probado ya con datos fehacientes.

XI

Afirmados convenientes para la ciudad de Buenos Aires.

El estudio que acabamos de hacer nos muestra que que no es conveniente usar de un solo sistema de empedrados para afirmar las calles de la ciudad, pues que todas no están en las mismas condiciones porque el ancho y la pendiente no son los mismos, y el tránsito público y la naturaleza del mismo difieren muchísimo de un barrio de la ciudad á otro.

Es cierto que un buen sistema de empedrado, como ser el adoquinado granítico, podría usarse con ventaja en

todas las calles, en cuanto concierne á la duracion y belleza; pero es evidente que su coste de construccion sería ingentísimo, y sería inútil, puede decirse; porque en las calles de poca circulacion, numerosa y activa no hay necesidad de un empedrado tan resistente y de tan buena calidad como en las céntricas muy concurridas. Por esta razon es, y además por lo espuesto en los párrafos V y VIII, opinamos que los firmes que deben adoptarse en la ciudad de Bue-Aires son dos: el adoquinado granítico y el macadam inglés, El uso de estos firmes se haría, como decimos en seguida. El adoquinado deberia usarse en los siguientes lugares:

1º En las vías principales, es decir, en aquellas de mucho tránsito público.

2º En las calles cuya pendiente es algo crecida.

Y el macadam inglés en estos otros:

1º En los paseos y en las calles de poca circulacion, como ser, las distantes del centro de la ciudad

2º En las calles que rodean establecimientos públicos, como hospitales, universidades, observatorios, iglesias, etc.

La adopcion de estos dos sistemas sería muy ventajosa, no solo por las razones ya apuntadas, sinó tambien por razones de entretenimiento y economía, como lo hizo notar por primera vez el Sr. D. L. Silveyra Olazabal, Ingeniero Civil, en su obra "Mejoras de las vías públicas de Buenos Aires". En efecto, adoptando en la ciudad el adoquinado y el macadam el entretenimiento de afirmado sería muy económico, porque los adoquines desgastados por el tránsito en las vías principales podrian usarse en las secundarias, siguiendo el sistema francés; y despues que no sirviesen en estas en la construccion del macadam. Además, adoptando ambos sistemas se tiene la gran ventaja de que las piedras del actual empedrado que no sirviesen para el mullido del adoquinado podrían usarse perfectamente pa-

ra hacer el macadam ó la fundacion del mismo. Por fin, todos los adoquines rotos y deteriorados en las aristas provenientes de las reparaciones del adoquinado no se perderian, porque podrian usarse en la construccion y entretenimiento del macadam ventajosa y económicamente.

XII

Andenes

Para concluir este escrito trataremos de la construccion de los andenes por ser parte muy importante de los afirmados.

Los andenes se construyen de modos muy diferentes. En algunas ciudades, por ejemplo, en Liverpool y Lóndres, se hace uso de ganga ú hormigon, compuesto de una parte de cal hidráulica por cuatro de piedra picada, que se tiende por capas de dos á tres pulgadas sobre un mullido bien preparado de ante mano y se comprime con pisones ó rodillos, segun el caso. En París, Bruselas y tambien en Lóndres se encuentran andenes de asfalto en caliente y en frio hechos del mismo modo que los asfaltados descritos en los párrafos VI y VII; pero con mastic y ganga de calidad mas inferior. Por fin, en Southampton, Liverpool, etc, existen andenes de adoquines cerámicos; y en otras ciudades de Europa, andenes de madera, lozas de piedra y fundicion.

Todos los sistemas de andenes que hemos mentado son buenos, con escepcion del de madera, que tiene el inconveniente de contraerse y dilatarse por efecto de las variaciones higrométricas de la atmósfera. Por esto todos los ingenieros los usan indistintamente, y si en algunos casos adoptan un solo sistema, es únicamente por razones de economía.

En Buenos Aires, donde hay dificultad de conseguir asfalto, de cocer buenos adoquines cerámicos y de obtener gangas hidráulicas de primera calidad á precio barato, el

mejor anden, es nuestra opinion, el de lozas de piedra. Este sistema puede ejecutarse económicamente usando de las lozas que existen en el país, las cuales son muy convenientes para esta clase de construcciones, no solo por su buena calidad sinó tambien por las grandes dimensiones que tienen generalmente. Un anden, hecho de estas lozas fuertes sobre un mullido de argamasa ordinaria y protejidas lateralmente con hileras colocadas de canto, responderia tambien á su objeto como un pavimento de hormigon, si se tiene cuidado de acanalar la superficie para evitar el resbalamiento de los peatones; y no tendria, como las muchas clases de andenes, actualmente usadas en la ciudad, el inconveniente de afear las calles y de estorbar á veces la circulacion.

V. Balbin.

Lóndres, 20 Noviembre de 1872.

APÉNDICE

Via Liverpool.

Lóndres, Enero 14 de 1873.

Al Señor Ministro de Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

Por el paquete de la mala francesa que partió de Burdeos en el dia 25 de Noviembre próximo pasado, mandé á V. S. una cópia impresa de las obras del puerto y docks proyectadas en el Rio Mersey, entre Widnes y Runcorn, en que estuve practicando en Octubre y Noviembre próximo pasado, bajo la direccion del señor D. Juan F. Bateman, Ingeniero Civil y miembro de la Sociedad Real de Lóndres; y por este paquete tengo el honor de remitir á V. S. otra nueva cópia de las mismas obras en que se encuentran detalles mucho mas minuciosos que en la primera.

Tambien remití á V. S. por el mismo paquete de fecha 25 de Noviembre próximo pasado una memoria científica titulada "Mejoras de las vias públicas de la Ciudad de Buenos Aires" en que resumía algunos de los estudios que he hecho en este país á espensas del Gobierno de la Provincia en el transcurso del año próximo pasado.

Como la materia de que trata dicha memoria entraña suma importancia para el país, principalmente en las actuales circunstancias en que piensan ejecutarse las obras necesarias para salubrificar á la ciudad, he considerado de mi deber el estudiar los nuevos sistemas de afirmados que se ensayaron en el año próximo pasado, y de que no hablaba en mi memoria de fecha 25 de Noviembre próximo pa[illegible] do, porque los ingenieros europeos no habian arriba[illegible]

[illegible]do en

tónces á ningun resultado definitivo. En el adjunto escrito, que puede considerarse cómo un apéndice á la mencionada memoria, encontrará V. S. un estudio detallado de dichos sistemas basado en los resultados dados á conocer últimamente por los ingenieros del Consejo de Obras Públicas de la Ciudad de Lóndres, á quienes tuvimos el honor de consultar al respecto á fines del mes de Diciembre próximo pasado.

Dejando asi cumplido lo ordenado en las instrucciones de viaje de fecha 15 de Diciembre del año 1869, me es grato reiterar á V. S. las seguridades de mi mayor consideracion y aprecio.

V. Balbin.

Marzo 12 de 1873.

Publíquese.

Alcorta.

———

Mejoras de las vias públicas de la Ciudad de Buenos Aires.

ENMADERADOS.

En el año próximo pasado se construyeron en algunas calles muy concurridas de la Ciudad de Lóndres varios sistemas nuevos de firmes pertenecientes á la clase de los enmaderados. Los que tuvieron mejor éxito durante el corto tiempo que duró su ensayo, fueron los que representamos en las figuras 1, 2 y 3 de la lámina adjunta, que se conocen respectivamente en la ciencia con los nombres de sistemas de Hughes, de Thompson y de Harrison.

El primer sistema, denominado en los Estados Unidos de América sistema Gillespie, se ha construido en las calles de Lóndres llamadas Grauchurch y Cheapside, donde la circulacion es muy numerosa y activa. Su construccion ha sido ejecutada conforme con los principios sentados por los ingenieros Norte Americanos; y consiste, como lo muestra en plano y corte la figura 1, en un pavimento de madera (0^{m}, 05 de espesor) colocado sobre un mullido de hormigon cálcico ó de piedras partidas cimentadas con arena fina. El pavimento sirve de asiento á la superficie de desgaste, la cual se compone de tarugos de madera aprensada y preservada que tienen dimensiones diferentes, porque, unos hacen el oficio de adoquines, y otros el de cuñas para dar estabilidad al sistema. Los adoquines tienen generalmente 0^{ms}, 30 de largo, 0^{m}, 08 de ancho y 0^{m}, 15 de cola; y las cuñas 0^{m}, 30 de longitud, 0^{m}, 02 de latitud y 0^{m},08 de altura. La union de los adoquines y de las cuñas consiste en una ensambladura simple de superposicion que se hace por medio de clavos de hierro inclinados de un ángulo de 40° sobre el pavimento en que penetran lo sufi-

ciente para no ser arrancados por las trepidaciones del firme. Las juntas entre los adoquines se rellenan con una mezcla compuesta de arena y betun asfáltico, que se tiende por capas de 0^{m}, 01 á 0^{m}, 015 de espesor, comprimiéndolas perfectamente con pequeños pisones de mano, y sobre los cuales se pone una capa de arena fina antes de entregar la calzada al tránsito público. Finalmente, el bombeo del firme se hace á medida que se colocan los adoquines, usando de una armadura de hierro cuya parte inferior representa un perfil transversal de la calzada acotado con respecto al plano de fundacion, que no es curvo sino rectilíneo, como en la generalidad de los enmaderados europeos.

El segundo sistema consiste en un pavimento idéntico al del sistema Hughes ó Gillespie, en que los tarugos se asientan como lo muestra la figura 2, en cortes y proyeccion horizontal. Los tarugos tienen 0^{m}, 28 de largo 0^{m}, 08 de ancho y 0^{m}, 16 de cola, y se sujetan unos con otros por medio de cuñas de madera aprensada, dispuestos horizontalmente y en la mitad de la altura de los tarugos. Para prevenir el resbalamiento de peatones y caballerías, los tarugos tienen en su cara de desgaste agujeros de 0^{m}, 04 de diámetro, que se rellenan con una mezcla de asfalto y grava, que se comprime perfectamente á medida que se pone. El personal de servicio que demanda en la generalidad de casos el establecimiento de este afirmado es el siguiente:

2 ensambladores con dos ayudantes cada uno	6
3 picapedreros para preparar la fundacion con dos ayudantes cada uno	6
1 carpintero para dar el bombeo á la calzada y arreglar las pendientes	1
...os para acarrear los materiales, hacer la mez-	3
Total.	16

Un personal de servicio compuesto de la manera indicada puede hacer cuarenta metros cuadrados de enmaderado en dos dias de trabajo.

Finalmcnte el tercer sistema, representado en corte y proyeccion en la fig. 3, es una modificacion del sistema Sotw que se encuentra descrito en nuestra memoria. Consiste en un adoquinado de madera asentado sobre una fundacion elástica hecha de arena y grava machacada muy menuda. Los adoquines se afirman con pequeños tarugos ó cuñas que se colocan en las juntas introduciéndolas á martillazos hasta llegar al plano de fundacion. El bombeo de la calzada, la pendiente y los demas detalles de construccion son idénticos á los que describimos hablando del sistema Stow, salvo el modo de entregar el afirmado al tránsito público, el cual es el mismo que el del sistema Hughes, anteriormente tratado.

Los tres sistemas descritos han tenido mejor éxito en los ensayos hechos en el año próximo pasado que los enmaderados americano y de Stow, de que hablamos largamente en nuestra referida memoria. Segun los resultados obtenidos por el señor D. Juan Haywood, Ingeniero Gefe del Consejo de Obras Públicas de Lóndres, presentan sobre dichos enmaderados las siguientes ventajas:

1ª No son tan resbaladizos.

2ª Su limpieza es mas fácil y económica.

3ª Su coste primero es casi 8 por ciento mas barato en lugares muy frecuentados por vehículos y caballerías.

Apesar de estas grandes ventajas que la esperiencia de un año ha demostrado acabadamente en Inglaterra, los firmes de Hughes, Thompson y Harrison, aunque constituyen un verdadero adelanto del arte, no son afirmados de primera clase, y en las condiciones mas favorables no pueden compararse con los firmes de adoquin granítico. En efecto, segun los ensayos hechos ultimamente en Lóndres y los que se hicieron en Chicago á fines del año 1871 (Véa-

se--The Mining Journal, railway, roads etc,) el adoquinado granítico presenta sobre dichos firmes estas importantes ventajas:

1ª Su coste primero es, en igualdad de circunstancias cinco por ciento mas ecònómico.

2ª Su entretenimiento es mucho mas barato en las calles muy concurridas. Segun el Ingeniero Be hr, en Lóndres los gastos de entretenimiento del adoquinado granítico han sido anualmente veinte y dos por ciento menores que los del enmaderado Hughes; y en Chicago y San Francisco, cerca de diez y nueve por ciento menores que los de los enmaderados Thompson y Harrison (Véase-The Mining Journal, railway, roads.)

3ª La colocacion y reparaciones del firme son mas fáciles y económicas en el adoquinado granítico que en los tres enmaderados descritos.

4ª Aunque no se tienen todavia suficientes datos para calcular exactamente la duracion de dichos enmaderados es de creer que no esceda á la del adoquinado granítico por las alteraciones que sufre la madera por efecto de las variaciones higro y termométricas de la atmósfera.

Por estas razones creemos que en Buenos Aires el adoquinado granítico es siempre preferible á los tres enmaderados descritos; y ademas, por razones especiales á nuestra ciudad entre las cuales se cuentan las siguientes:

1ª No tenemos carpinteros hábiles en la construccion y entretenimiento de dichos enmaderados.

2ª La madera buena de construccion es tan cara como el adoquinado labrado importado de Inglaterra ó de Rio Janeiro, y su preparacion hecha en el país por procederes de inyeccion demandaria ingentísimos gastos, que, segun nuestros cálculos, ascenderian á veinte y siete por ciento mas que los que se requieren en Europa.

3ª Las calles céntricas de la ciudad son muy estrechas y muy concurridas, y por lo tanto dichos enmaderados da-

rian lugar á emanaciones insalubres por efecto de la humedad y de la falta de ventilacion en los dias calorosos.

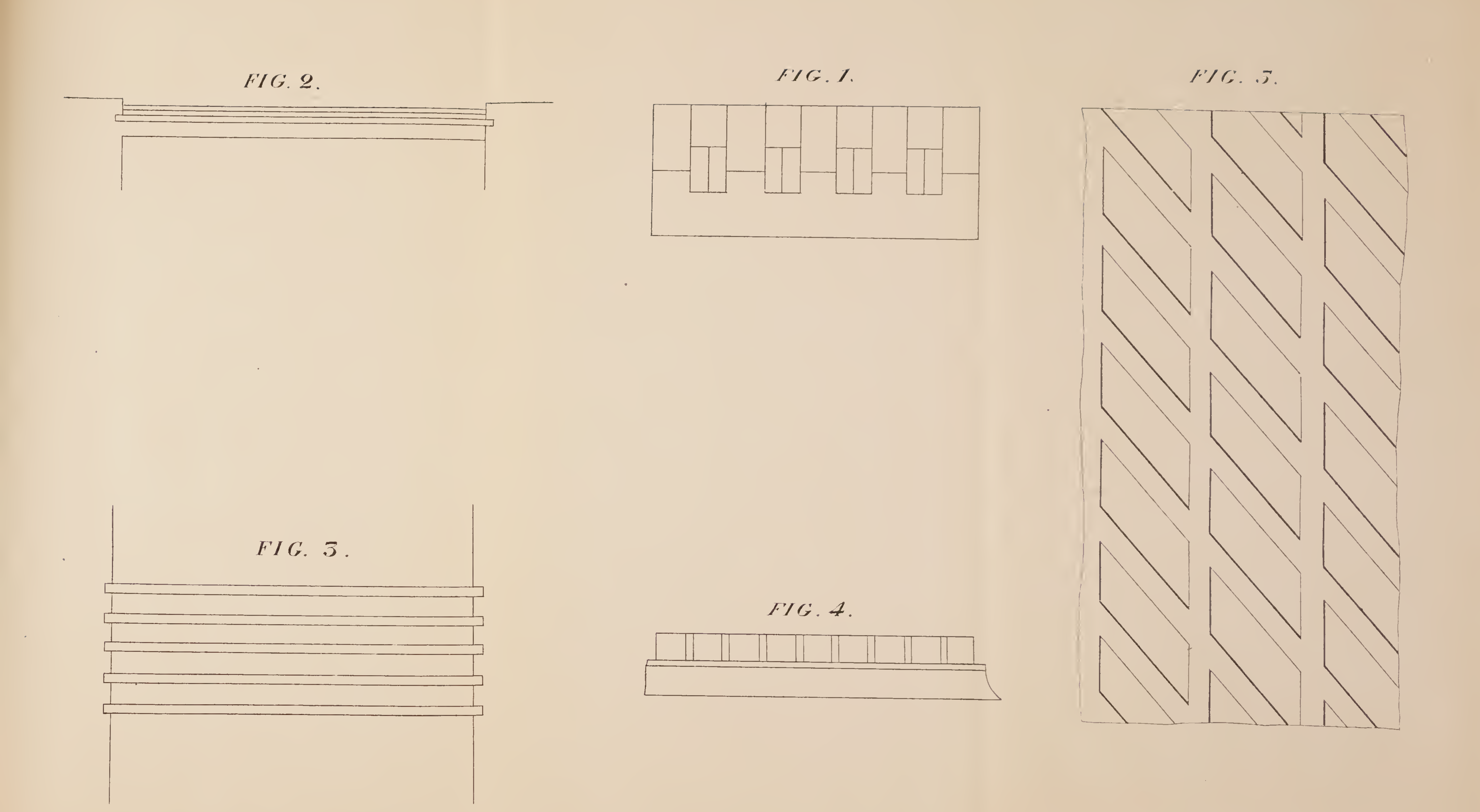
En virtud de lo que acabamos de esponer, que es un resúmen de los últimos adelantos del arte, podemos decir, emitiendo la misma opinion que espresamos en nuestra memoria, que "en el estado actual del arte no conviene adoptar los enmaderados para afirmar las calles de la Ciudad de Buenos Aires."

VALENTIN BALBIN.

Londres, Enero 14 de 1873.

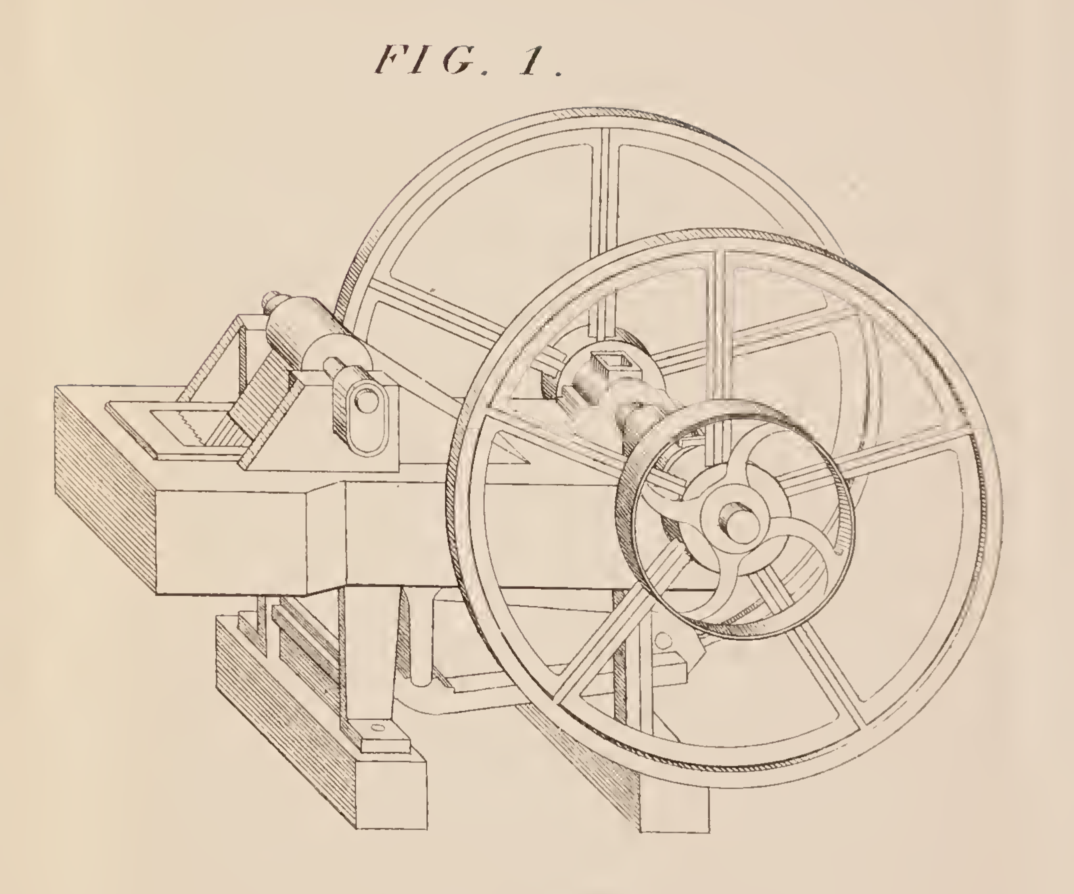
———

LAM. 1.

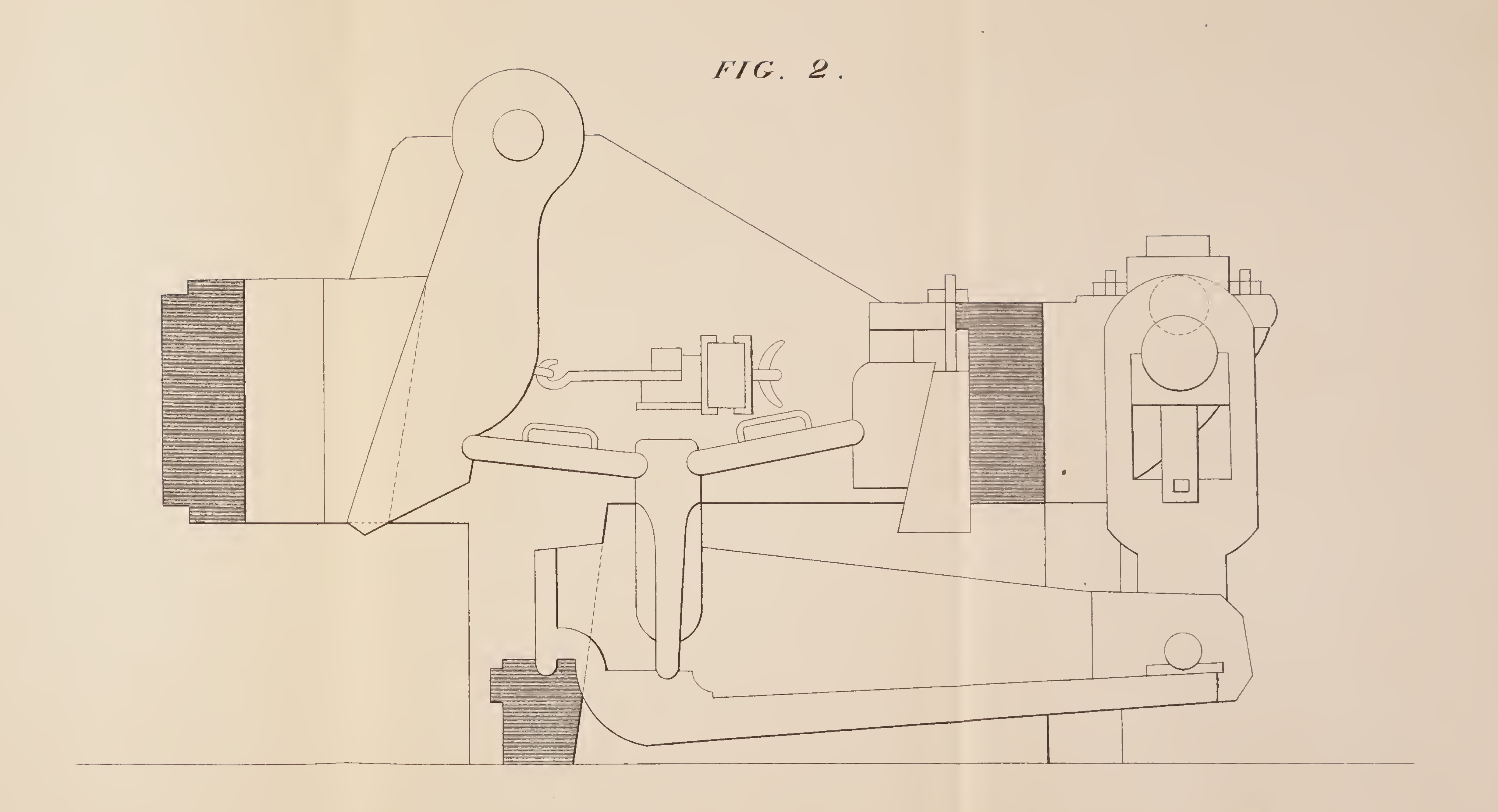


Lito Hardoy & Schleisinger, calle Potosi 76 y 78. Bs Ayres

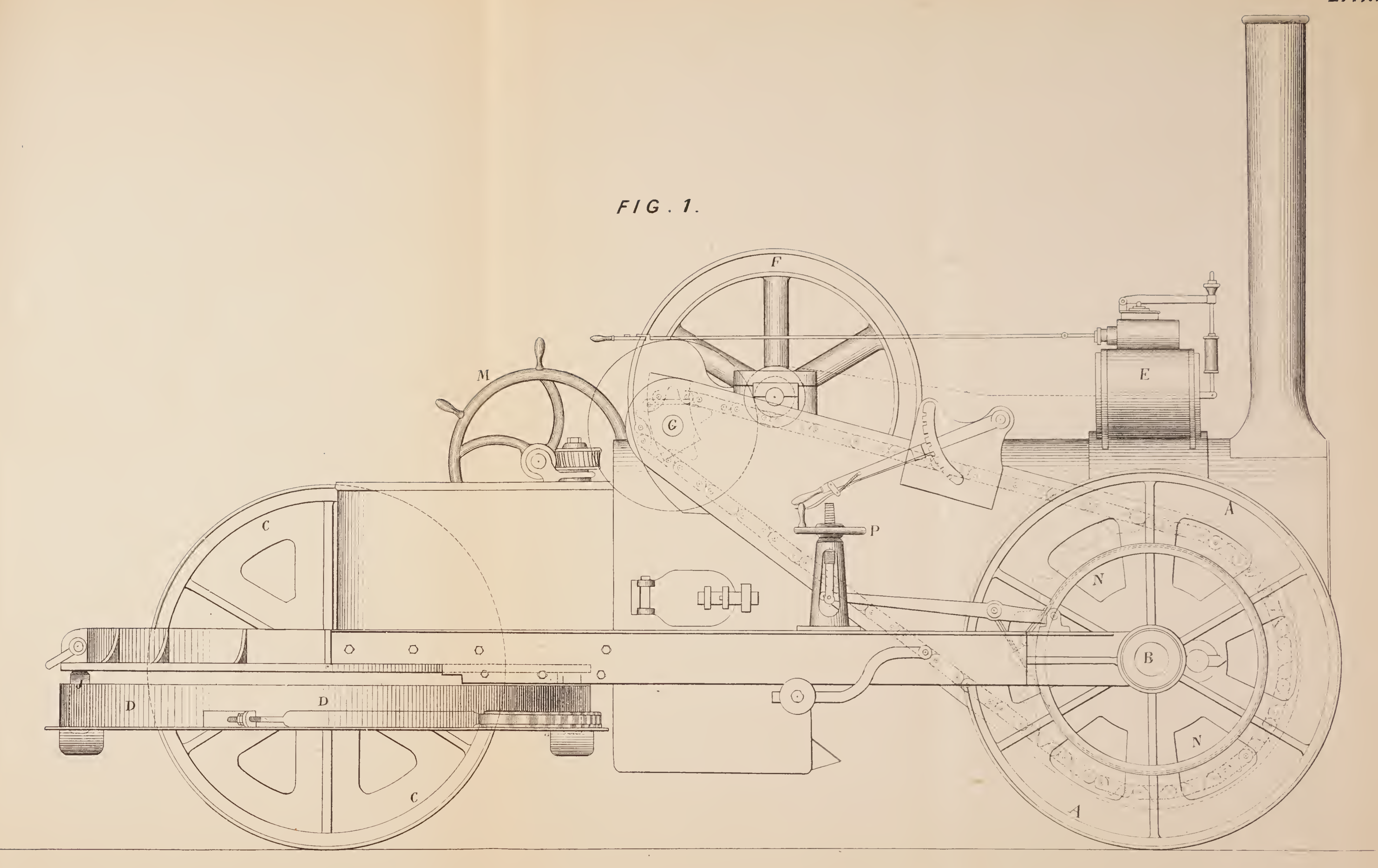
FIG. 1.



Lito Hardoy & Schleisinger, calle Potosi 76 y 78, Bs Ayres

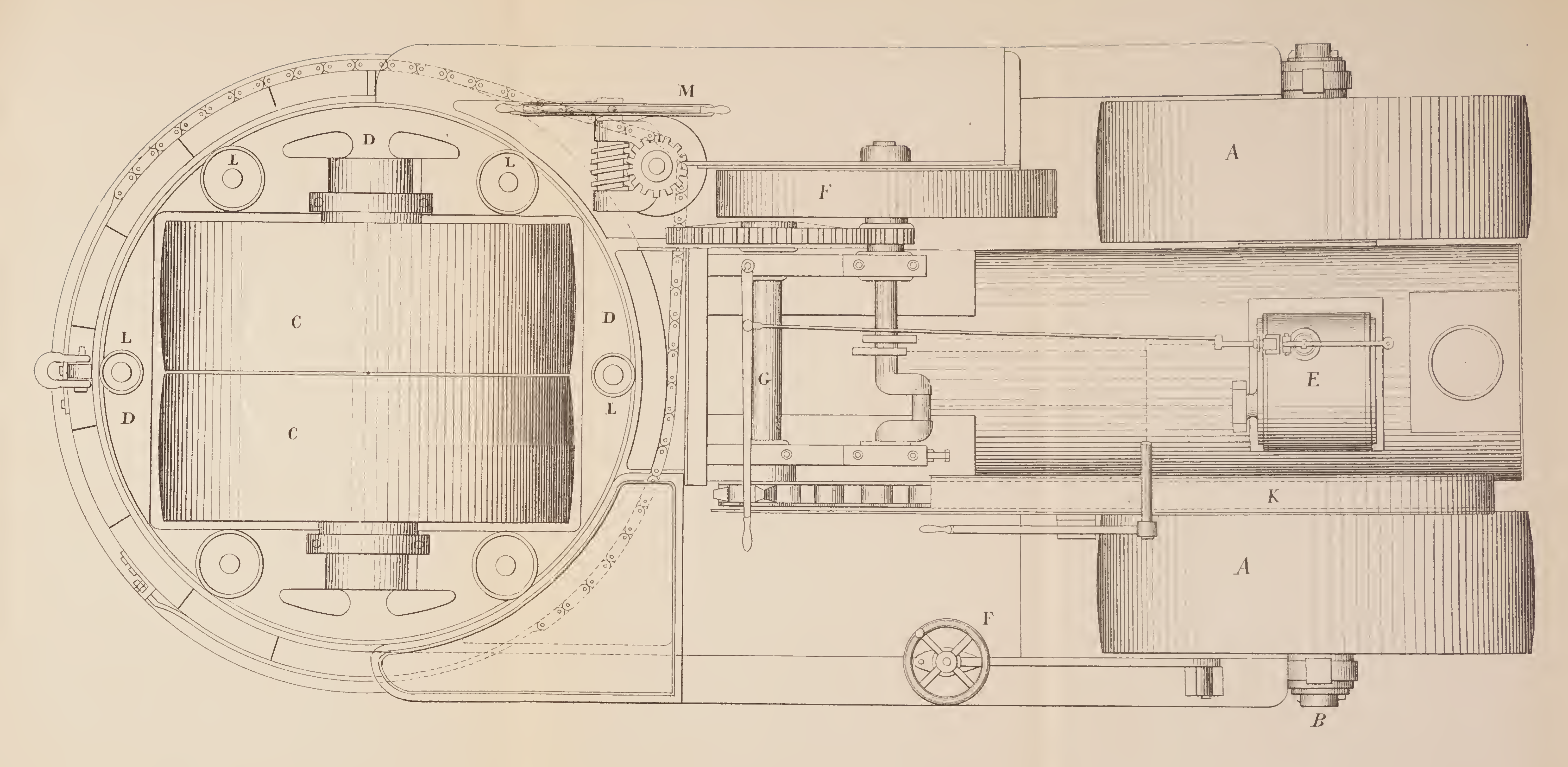


Lito: Hardoy & Schleisinger; calle Potosi 76 y 78, Bs Ayres



Lito: Hardoy & Schleisinger; calle Potosi 76 y 78. Bs Ayres

FIG. 2.



0 1 2 METROS

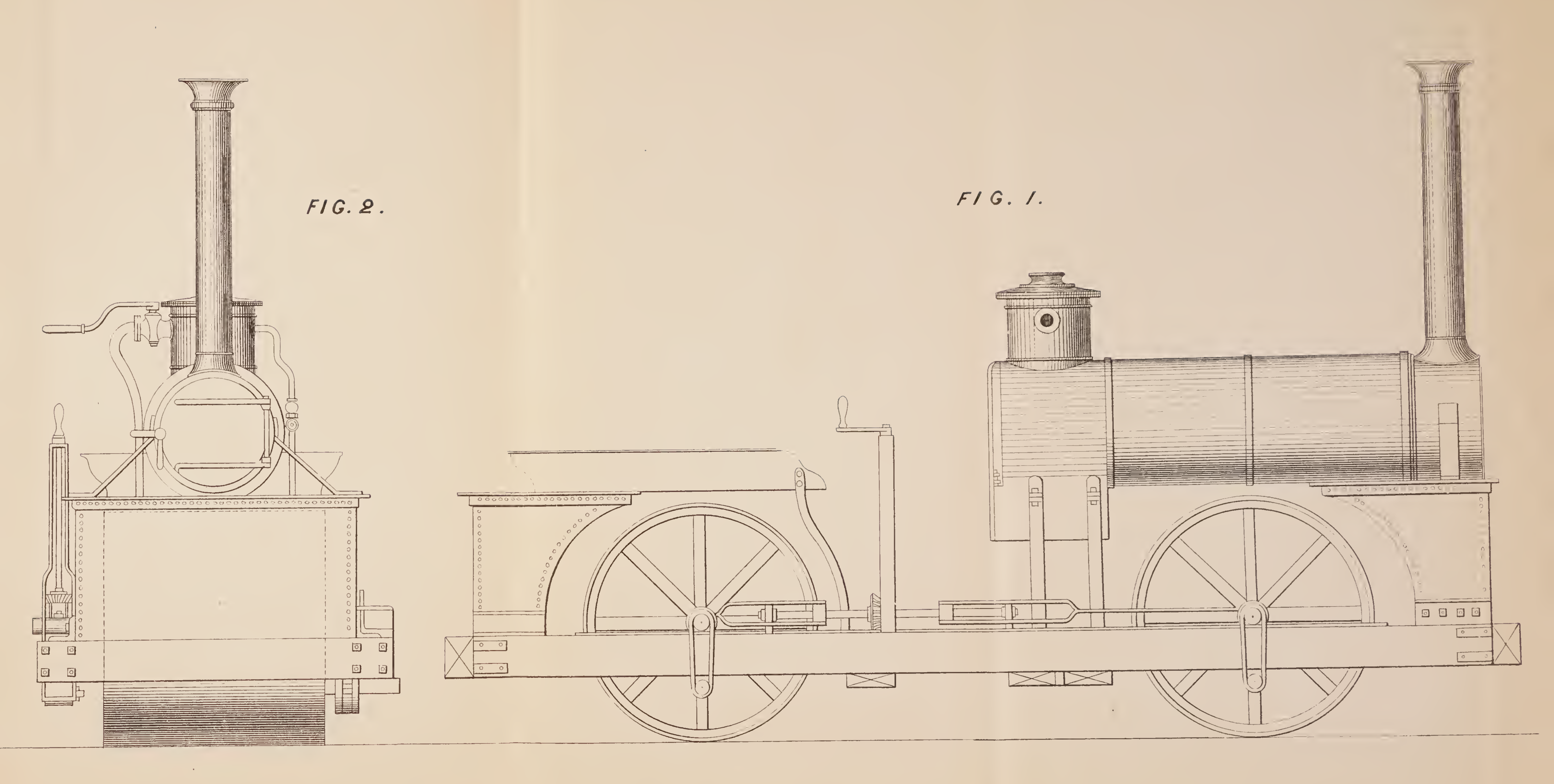
Lito: Hardoy & Schleisinger; calle Potosi 76 y 78. Bs Ayres

FIG. 3

FIG. 4.

Lito: Hardoy & Schleisinger; calle Potosi 76 y 78, Bs. Ayres

LAM. 7.



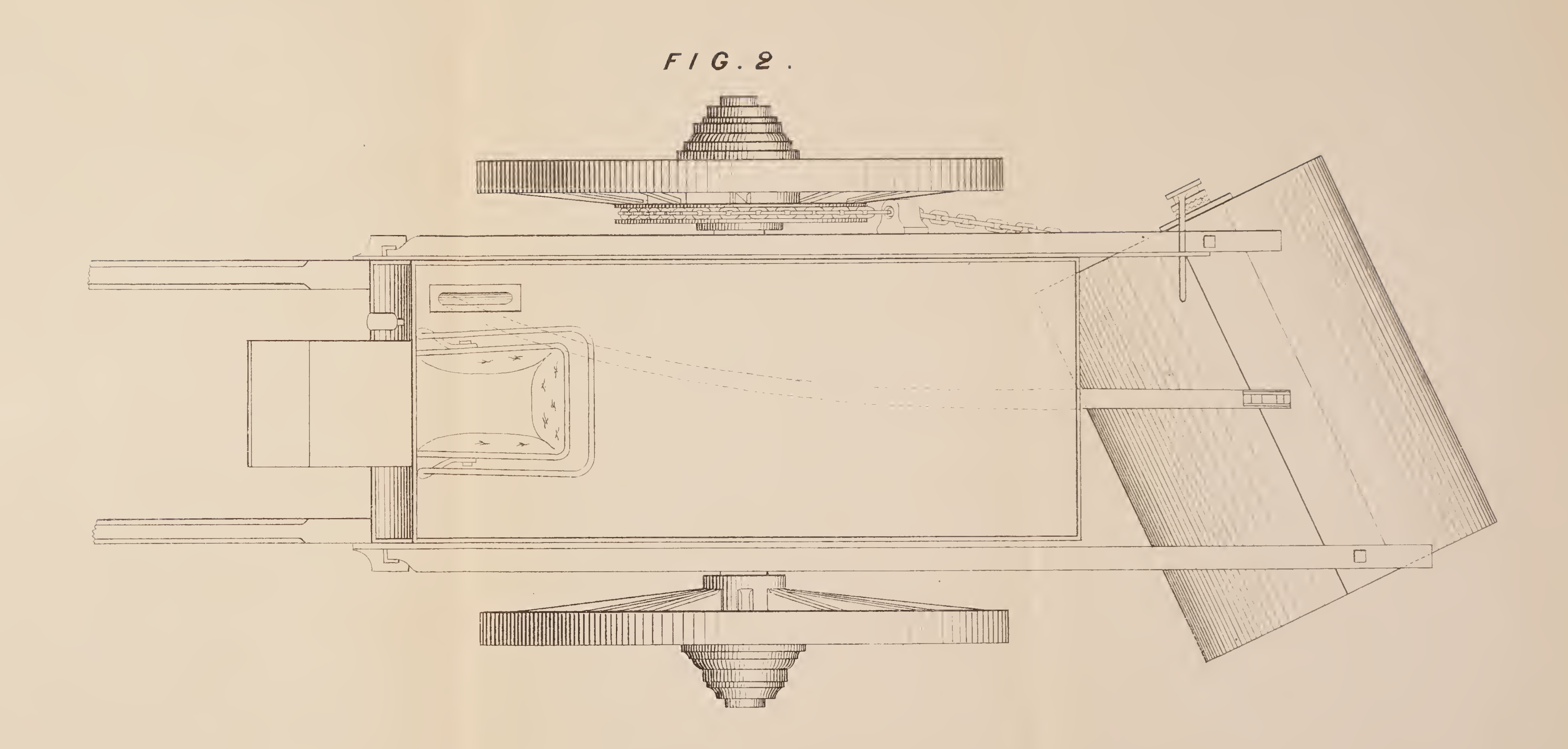
Lito Hardoy & Schleisinger, calle Potosi 76 y 78, Bs Ayres



FIG. 1.

Lito Hardoy & Schleisinger, calle Potosí 76 y 78. Bs. Ayres

FIG. 2.



Lito Hardoy & Schlesinger, calle Potosi 76 y 78, Bs Ayres

FIG. 1.

SECCION A.B.

PROYECCION HORIZONTAL

B

A

FIG. 2.

SECCION A.B.

SECCION C.D.

B

C

D

A

FIG. 3

SECCION A.B.

PROYECCION HORIZONTAL

B

A